



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN LA  
ESCUELA RURAL CON LAS TIC: UNA MIRADA  
FRENTE A LOS APORTES PARA ASUMIR ESTE  
RETO EN ZONAS RURALES DE COLOMBIA**

Autor

Frank Alexander Parra Sánchez

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación

Medellín, Colombia

2020



Enseñanza de las Ciencias en la Escuela Rural con las TIC: una mirada frente a los aportes  
para asumir este reto en zonas rurales de Colombia

**Frank Alexander Parra Sánchez**

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:  
**Magister en Educación en Ciencias Naturales**

Asesora:

Dra Sonia Yaneth López Ríos

Línea de Investigación:

Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la Enseñanza de las Ciencias

Grupo de Investigación:

Perspectivas de investigación en Educación en Ciencias  
(PiEnCias)

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación

Medellín, Colombia

2020

## AGRADECIMIENTOS

*En primer lugar, quiero agradecer a la profesora Sonia Yaneth López Ríos, quien fue la asesora de este proyecto. Agradezco sus valiosos y pertinentes aportes para enriquecer, orientar y concluir de la mejor manera este trabajo*

*A mi familia, quienes con sus oraciones sirvieron de consuelo en cada uno de los momentos difíciles y me brindaron las fuerzas para no desfallecer.*

*A la facultad de Educación y el Comité de Posgrados porque a cada dificultad que tuve hallé una solución para superarla.*

*A los compañeros de maestría de la tercera cohorte por su amistad y apoyo.*

## CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	7
1.1. Planteamiento del Problema.....	8
1.2. Antecedentes .....	15
1.3. Objetivos .....	19
1.3.1 Objetivo General.....	19
1.3.2 Objetivos Específicos.....	19
2. MARCO TEÓRICO.....	20
2.1 El enfoque territorial de la nueva ruralidad y la Educación en Ciencias.....	20
2.2 Aprendizaje Significativo Crítico. Un referente potencial para la educación rural ...	25
2.2.1 Principio de incertidumbre del conocimiento.....	28
2.2.2. Principio de la diversidad de materiales educativos y de estrategias de enseñanza .....	29
2.2.3. Principio de la interacción social y del cuestionamiento. Enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas.....	29
2.3 Dificultades y posibilidades de la incorporación de las TIC en la escuela rural.....	30
2.4 Las TIC como mediadoras en los procesos de enseñanza para favorecer el Aprendizaje Significativo Crítico de las ciencias .....	33
3. METODOLOGÍA.....	42
3.1 Conceptos centrales para el desarrollo de una investigación documental bajo la perspectiva de Hoyos (2000) .....	42
3.2 Fases para el desarrollo de una investigación documental .....	45
3.2.1 Fase preparatoria .....	46
3.2.2 Fase descriptiva.....	48
3.2.3 Fase interpretativa. Procedimientos de análisis de la información .....	50
3.2.4 Fase de construcción teórica global. ....	52
3.2.5 Fase de extensión y publicación.....	52
4. RESULTADOS .....	53
4.1 Principales características de la producción científica, programas y proyectos.....	54
4.2. Aporte de la producción científica, programas y proyectos a una visión crítica de la enseñanza de las ciencias mediante el uso de TIC en las escuelas rurales de Colombia .	80
4.2.1 <i>Aporte a la comprensión de la incertidumbre del conocimiento</i> .....	81

4.2.2	<i>Aporte a la diversidad de materiales y estrategias de enseñanza</i> .....	91
4.2.3	<i>Aporte a la Interacción social y a la formulación de preguntas</i> .....	97
5.	DISCUSIÓN GENERAL DE LOS RESULTADOS .....	104
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	116
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	120
8.	ANEXOS .....	1

### LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	<i>Funciones de las TIC para la enseñanza de la ciencia</i> .....	39
Tabla 2.	Matriz metodológica para la investigación documental .....	45
Tabla 3.	Fases para el desarrollo de una investigación documental bajo la perspectiva de Hoyos (2000) .....	46
Tabla 4.	Delimitación de la investigación documental para las unidades de análisis .....	47
Tabla 5.	Trabajos relacionados con programas y proyectos .....	56
Tabla 6.	Factores contextuales de las propuestas de enseñanza .....	65
Tabla 7.	Factores contextuales de los programas y proyectos .....	66
Tabla 8.	Clasificación de las propuestas de enseñanza según los recursos TIC implementados .....	75
Tabla 9.	Clasificación de los programas y proyectos según los recursos TIC implementados .....	76
Tabla 10.	Factores teóricos y metodológicos de las propuestas didácticas .....	77
Tabla 11.	Factores de análisis para el favorecimiento de una visión crítica de la enseñanza de las ciencias .....	81
Tabla 12.	<i>Aportes a una visión crítica de las ciencias mediante el uso de las TIC</i> .....	115
Tabla 13.	Matriz de revisión de literatura .....	1

### LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa de distribución de los CIER. Fuente: MEN .....	61
Figura 2.	Número de artículos por región de procedencia .....	61
Figura 3.	Número de artículos por nivel educativo .....	64
Figura 4.	Número de artículos por enfoque de investigación .....	67
Figura 5.	Número de artículos por disciplina abordada .....	71

## RESUMEN

En las últimas décadas las entidades gubernamentales han implementado una serie de programas que han mejorado la cobertura para que la población que habita en las zonas rurales tenga acceso a la educación, y así reducir el analfabetismo. Sin embargo, la mayoría de estos programas no ha sido evaluados en cuanto al impacto para subsanar las necesidades propias de cada territorio. En lo que se refiere a la incorporación de las TIC, estas iniciativas se centran en medidas generales, tales como la dotación y conexión a internet, que, si bien pueden ser el punto de partida, no logran dinamizar e integrar estas tecnologías a los contextos reales de los estudiantes. En cuanto a la producción científica, estamos en un escenario en el que las investigaciones invaden los dominios de los contextos escolares, en las que se promueve la diversidad y la implementación de las TIC, aunque se evidencia una pobreza de resultados concluyentes en términos del aprendizaje. De manera particular, para la enseñanza de las ciencias, en las publicaciones se promueven perspectivas socioculturales de la educación científica que buscan satisfacer las necesidades de la población rural, aunque en la realidad en las escuelas se siguen privilegiando metodologías tradicionales, promoviendo una visión acrítica y rígida de las ciencias. En este sentido, el objetivo del presente trabajo de investigación es valorar la producción científica, programas y proyectos en términos de los aportes a una visión crítica de las ciencias mediante el uso de las TIC en las escuelas rurales de Colombia. Para lograr este objetivo se recurre a la investigación documental desde la perspectiva de Hoyos (2000) recolección, análisis de información, análisis, donde se incluyen procedimientos como de contenido, categorización, codificación, interpretación y triangulación en los trabajos publicados entre 2009 y 2019. A la luz de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico, se encontraron pocos aportes en términos del favorecimiento de una visión crítica y contextualizada de las ciencias en las iniciativas implementadas en las escuelas rurales de Colombia, puesto que aún se evidencian perspectivas tradicionales que alejan el conocimiento científico de la realidad de los estudiantes.

**Palabras clave:** TIC, Enseñanza de las ciencias, Escuela Rural, Aprendizaje Significativo Crítico, Nueva Ruralidad.

## ABSTRACT

In recent decades, government entities have implemented a series of programs that have improved coverage so that the population living in rural areas has access to education, and thus reduce illiteracy. However, most of these programs have not been evaluated in terms of impact to address the specific needs of each territory. Regarding the incorporation of ICT, these initiatives focus on general measures, such as provision and connection to the internet, which, although they may be the starting point, do not manage to stimulate and integrate these technologies into the contexts real students. Regarding scientific production, we are in a scenario in which research invades the domains of school contexts, in which diversity and the implementation of ICT are promoted although there is evidence of a lack of conclusive results in terms of learning. In particular, for the teaching of science, the publications promote sociocultural perspectives of science education that seek to satisfy the needs of the rural population, although in reality, schools continue to favor traditional methodologies, promoting an uncritical and rigid vision of science. In this sense, the objective of this research work is to assess scientific production, programs and projects in terms of the contributions to a critical vision of science through the use of ICT in rural schools in Colombia. To achieve this objective, documentary research is used from Hoyos's perspective, which includes procedures such as collection, information analysis, content analysis, categorization, coding, interpretation and triangulation in the works published between 2009 and 2019. According to the Theory of Critical Significant Learning, few contributions were found in terms of favoring a critical and contextualized vision of science in the initiatives implemented in rural schools in Colombia, since there are still traditional perspectives that distance scientific knowledge from science student reality.

**Keywords:** ICT, Science Teaching, Rural School, Critical Significant Learning, New Rurality.

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo valorar los aportes de la producción científica, programas y proyectos que promuevan una visión crítica de las ciencias mediante el uso de las TIC en las escuelas rurales de Colombia. Este propósito parte del interés de conocer cómo se están incorporando las TIC en la ruralidad para subsanar el aislamiento en el que las escuelas se encuentran sometidas, ya que el campo ha sido escenario de múltiples problemas, tales como los grupos armados, migración de las poblaciones campesinas a los centros urbanos, minería y políticas poco pertinentes para el desarrollo social en estos territorios (Perfetti, 2008).

Con el fin de lograr este objetivo, se recurre a la revisión documental desde la perspectiva de Hoyos (2000), con la hermenéutica como fuente principal para la interpretación y comprensión crítica que lleven a una construcción teórica en la que se establecen relaciones contextuales con el fin de analizar los significados que se tejen en estos territorios.

La valoración de estos aportes se hace desde la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC) de Moreira (2010), tomando tres principios facilitadores: el principio de la interacción social y del cuestionamiento; el principio de la diversidad de materiales y estrategias de enseñanza y el principio de la incertidumbre del conocimiento. Se escogieron estos principios ya que permiten valorar las iniciativas implementadas, de acuerdo con la manera como integran las estrategias de enseñanza con los materiales educativos, a cada uno de los escenarios en los cuales se implementan. De esta manera, a partir del uso de las TIC y la manera como son implementadas, se puede orientar el análisis sobre su funcionalidad para que los estudiantes se apropien de los contenidos de la ciencia de manera crítica.

Estructuralmente el trabajo se distribuye de la siguiente manera: en primer lugar, se hace la descripción del problema y los antecedentes, donde se describen los factores por los cuales se hace necesario indagar sobre la producción científica, programas y proyectos que se han implementado para la enseñanza de las ciencias en las escuelas rurales de Colombia. Posteriormente se aborda el marco teórico, donde se expone el enfoque de la nueva ruralidad y sus implicaciones en la enseñanza de las ciencias; la importancia de la inclusión de las TIC en las escuelas rurales y cómo, a partir de estas tecnologías, crear un escenario para favorecer el aprendizaje crítico, a la luz de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico de Moreira (2010), sobre la cual se sustenta la investigación. A continuación, se expone la metodología de investigación, que como ya se ha dicho, corresponde a una investigación documental bajo la perspectiva de Hoyos (2000), donde se especifica la delimitación temporal, que en este caso fue entre los años 2009 al 2019, y las delimitaciones contextuales; así como la descripción de los criterios de selección, procedimientos de recolección, análisis de contenido, categorización, codificación, interpretación y triangulación. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones, donde se intenta dar cuenta de los objetivos de este trabajo y se exponen cuestiones que quedan abiertas para futuras investigaciones que pretendan aportar a la enseñanza de las ciencias en las escuelas rurales desde un enfoque crítico y socio-cultural.

### **1.1. Planteamiento del Problema**

Desde la década de 1950 las entidades gubernamentales han implementado una serie de programas que han mejorado la cobertura para que la población que habita en las zonas rurales tenga acceso a la educación y así reducir el analfabetismo. No obstante, como lo plantea Arias (2017), estos programas no han sido evaluados en cuanto a la forma en la cual la educación puede impactar estos territorios. En este aspecto, diferentes autores (Arias, 2017; Benarroch, 2001; Boix, 2003; Carter, 2007; Giarracca, 2005; Hernández y Enrique, 2004; Hernández, Manuel y Mirón, 2004; Jiménez, 2007; Mendoza, 2004; Sáez y Ruiz, 2013; Tovia, 2016) han reflexionado sobre cómo debe abordarse la educación en las zonas rurales, sin desconocer sus problemáticas, sus creencias, costumbres e identidades.

En estos trabajos se plantea la necesidad de incorporar nuevas formas de enseñanza puesto que, tradicionalmente, la escuela enseña una “realidad” diferente a la que vive la población campesina; sin embargo, como lo afirma Guisasola *et al.* (2012), estamos frente a un escenario en el que las investigaciones académicas invaden los dominios de los contextos escolares, en las que destacan temas como la diversidad y la implementación de las nuevas tecnologías en el aula, aunque se evidencia una pobreza de resultados concluyentes en términos del impacto en el aprendizaje.

Particularmente dentro de la enseñanza de las ciencias, en las últimas décadas se ha tenido un aumento de publicaciones en las que se promueven perspectivas socioculturales e interculturales de la educación científica con el fin de satisfacer las necesidades e intereses de los estudiantes, quienes se enfrentan con demandas, problemas y asuntos de la vida contemporánea (Benarroch, 2001; Carter, 2007; Hodson, 2013). Esta perspectiva también ha influenciado la forma en la que se debe impartir la enseñanza de las ciencias en las escuelas rurales, ya que puede dinamizar la construcción de significados y las relaciones entre el conocimiento científico y el escolar (Andrade *et al.*, 2009). No obstante, esta idea contrasta con la realidad en las escuelas rurales, puesto que las metodologías utilizadas privilegian la concepción de ciencia como un conjunto de teorías ya elaboradas que no dependen de su propio proceso de construcción ni del contexto en el que se apliquen (Ruiz *et al.*, 2009). Como consecuencia, se promueve una visión acrítica y rígida de la ciencia, reduciéndola a la implementación rigurosa del método científico y alejándola de las problemáticas sociales y la realidad de cada territorio.

Esa realidad presupone relaciones de poder, construcción de identidades y el manejo de nuevas herramientas que modifican los modos de producción y posibilitan una ruptura en tiempo y distancia, puesto que se ha facilitado el acceso a la información y al conocimiento. De esta manera, en el ámbito educativo, queda obsoleto el uso de las bibliotecas, las fichas, los mapamundis y filminas, para utilizar el hiper-espacio con el cual

se pretende llegar a los contextos rurales y subsanar el olvido al cual están sometidos. De acuerdo con Arias (2017), el problema desde la educación radica en la imposibilidad de partir del contexto al querer implementar lo global como modo objetivizador, aminorando la existencia de lo local. Es por esto que “el contexto, en cualquiera de sus expresiones, debe seguir siendo el motor que alumbre la construcción de modelos educativos que incorporen las prácticas locales en su quehacer escolar” (Arias, 2017, p. 59).

En este sentido, en Colombia se creó una experiencia para la educación rural conocida como Escuela Nueva, la cual ha sido evaluada positivamente por diversos organismos internacionales, ya que la metodología y los materiales de trabajo promueven el aprendizaje activo y centrado en los intereses de los estudiantes y las necesidades del contexto; sin embargo, en diferentes trabajos (Beltran, 2013; Gómez, 1993; Martínez-Restrepo *et al.*, 2016) se ha reflexionado sobre la coherencia entre lo que se dice o se consigna en los currículos de las escuelas rurales y lo que efectivamente se hace, ya que se juzga al maestro por quedar desprovisto de herramientas necesarias para aplicar de manera coherente las teorías pedagógicas modernas. Es así que, pese a los reconocimientos internacionales sobre el movimiento Escuela Nueva, no es posible afirmar que la mayoría de escuelas rurales se benefician de sus potencialidades, aunque se hayan acogido a este modelo. Para argumentar la idea anterior, Gómez (1993) presenta dos razones, que, si bien fueron escritas hace más de una década, aún reflejan la realidad en algunas escuelas rurales de Colombia:

La primera de ellas se refiere a las limitaciones intrínsecas del modelo de autoaprendizaje implementado con características arraigadas del conductismo y el uso de la tecnología educativa. Esta es la razón por la cual muchos docentes reducen este modelo al seguimiento riguroso de la guía de trabajo como único material de apoyo donde el estudiante transcribe en el cuaderno los contenidos y las actividades consignadas allí. Esta práctica presenta una visión rígida de la ciencia, sin dar oportunidad para el desarrollo del pensamiento crítico, la formulación de preguntas y la construcción del conocimiento de acuerdo a su realidad, ya que las teorías científicas se presentan de manera aislada del

contexto. En el mejor de los casos, algunos docentes pueden utilizar recursos tecnológicos, como material audiovisual; sin embargo, en ocasiones su incorporación se da únicamente para presentar conceptos y teorías sin conexión con la realidad del estudiantado.

La segunda razón tiene que ver con la rápida masificación del modelo Escuela Nueva sin un sustento de investigaciones para evaluar las condiciones de implementación de acuerdo con las necesidades de cada contexto que, como ya se anotó antes, existe una tendencia a homogeneizar y objetivar la educación, aminorando las particularidades de cada territorio.

Si bien las consideraciones anteriores fueron planteadas para el modelo Escuela Nueva, son características que acompañan algunos intentos de implementar programas y proyectos con modelos flexibles para la educación rural; no obstante, en la práctica, no se alejan del modelo tradicional de enseñanza en el cual, de acuerdo con Moreira (2010), cualquier tipo de educación que privilegie conceptos, verdades absolutas y entidades aisladas obtiene como resultado personas pasivas, dogmáticas, inflexibles y conservadoras. Es por esto que estas iniciativas para la educación rural no sólo deben considerar el acceso a la información en diferentes formatos, sino que también deben propiciar espacios de construcción colectiva y el desarrollo de competencias de alto nivel; ya que, como proponen Arrieta y Montes (2011) en cuanto al uso de las TIC, la alfabetización digital no se debe entender sólo como la adquisición de habilidades instrumentales sino como un proceso sistemático que implica el desarrollo del pensamiento crítico, así como la construcción y socialización del conocimiento.

En este orden de ideas, Hodson (2013) propone implementar currículos donde los estudiantes sean conscientes de los cambios de su cultura como producto del impacto en el cambio científico y tecnológico y que, a su vez, comprendan que un cambio en la cultura produce efectos en la ciencia y la tecnología. Esta idea nos aporta elementos sobre la incorporación de herramientas tecnológicas en el aula al no limitarla a un uso instrumental

o como una mera aplicación de la ciencia, sino como medios que nos permiten representar los conceptos científicos y comprender el entorno que nos rodea.

Sin embargo, en la realidad, la implementación de las nuevas tecnologías en el aula aún tiene mucho camino por recorrer, puesto que si bien el campo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) es considerado por los diseñadores de currículos como un aspecto clave para mediar los procesos de enseñanza y de aprendizaje en las ciencias, esta línea cuenta con un desarrollo incipiente tanto a nivel nacional como internacional; puesto que, a pesar de las numerosas investigaciones sobre las políticas y la implementación de las TIC en la educación, no hay aportaciones sobre el uso integral para una visión contextualizada y crítica de las ciencias (Colás *et al.* 2018; Zambrano, *et al.* 2013). Así mismo, desde la enseñanza, la relación ciencia y tecnología se ha visto distorsionada ya que, tradicionalmente, se ha dado de manera lineal; es decir, se concibe a la tecnología como una aplicación de los conceptos científicos, y no como recursos que apoyan los procesos de construcción y aprendizaje de las ciencias (Jonassen, 1996; Ruiz *et al.*, 2009).

De acuerdo con estas dificultades, en la práctica no se han alcanzado las expectativas que se tienen frente al uso de las TIC, puesto que como lo afirma Vivanco (2015),

Los estudios denotan dificultades de infraestructura, o de formación de los profesores en la utilización de los recursos, o de metodologías que no acompañan las características de los nuevos escenarios de los estudiantes fuera de los contextos de educación formal. (p. 306)

Esta situación es más evidente en las instituciones educativas en sectores rurales, puesto que, a pesar de que en Colombia se han implementado algunas iniciativas (además del modelo Escuela Nueva) tales como el Sistema de Aprendizaje Tutorial (SAT), ampliación de la cobertura escolar y la reducción del analfabetismo; las investigaciones

sobre el tema han mostrado deficiencias (Cuesta, 2008, citado por Hernández, Jurado y Romero, 2014), debido a que la brecha digital se encuentra muy marcada en las escuelas rurales, en cuanto a la desigualdad de posibilidades para acceder a la información, el conocimiento y la educación mediante el uso de TIC y sus orientaciones pedagógicas (Díaz *et al.*, 2011).

Bajo estas consideraciones, Cerrón y Ordoñez (2015) afirman que las políticas de desarrollo y educación en zonas rurales de Colombia se han enfocado en la dotación de recursos tecnológicos y mejoramiento de la infraestructura, con el fin de potenciar la educación y la enseñanza. Sin embargo, reconocen que no es suficiente con que la tecnología esté presente en las instituciones educativas para que los estudiantes hagan uso adecuado de ella, sino que es importante la mediación pedagógica que hace el profesor entre el alumno, el conocimiento y los recursos tecnológicos.

Parece paradójico que, en los albores de la denominada cuarta revolución, existan desigualdades donde el desarrollo tecnológico se incorpore rápida y fácilmente en algunos territorios, mientras otros espacios quedan en el olvido. Por ejemplo, las tecnologías se incorporan y modifican rápidamente en la industria y los negocios, mientras que, en el campo educativo, y particularmente en la educación rural, su incorporación ha sido lenta, así como las habilidades pedagógicas para su uso. Cuban (2001) llama a este fenómeno “*Slow Revolution*” puesto que, si bien se habla de los grandes beneficios que trae consigo la incorporación de las TIC en la educación, en la práctica la asimilación de la tecnología es un proceso lento, ya sea por las carencias propias de cada región, la cultura conservadora de algunos docentes, las políticas públicas que dejan en el olvido a la escuela rural, entre otras.

En este sentido, retomando a Santodomingo (2019), existe mucha información y un cuerpo coherente y útil de conocimientos que pueden servir de insumo para mejorar la calidad de la educación; sin embargo, se han solucionado pocos problemas, debido al aparente divorcio entre la producción científica, las políticas públicas y la realidad escolar.

Todas las problemáticas descritas anteriormente corresponden con la realidad educativa donde labora el autor del presente trabajo, puesto que, si bien la institución cuenta con dotación de computadores portátiles, tabletas digitales y herramientas de audio y video, se presentan dificultades de conexión a internet y competencia de los docentes en el uso pedagógico de estos dispositivos para orientar el aprendizaje y el desarrollo de habilidades de nivel superior y pensamiento crítico. Como consecuencia, es común la deserción y el bajo rendimiento académico, el cual se ve reflejado en las pruebas internas y externas.

Para intentar subsanar en parte dichas dificultades, desde el área de matemáticas y ciencias naturales se ha tratado de implementar estrategias de enseñanza interdisciplinarias con el uso de las TIC, sorteando los problemas de conexión, gestión de recursos y capacitación, que limitan la implementación de dichas estrategias. Si bien en la actualidad la institución está recibiendo acompañamiento por parte de entidades aliadas al Ministerio de Educación mediante programas y proyectos de capacitación y dotación, estos se limitan al uso y distribución de libros de texto, diseñados por expertos, quienes desconocen la realidad particular de la institución, por lo que sus contenidos son descontextualizados y ajenos a los estudiantes.

Esta situación llevó al fortalecimiento de alianzas con los sectores productivos para el financiamiento de los recursos; por lo que se vio la necesidad de indagar sobre investigaciones, programas y proyectos que pudieran servir de apoyo en cuanto a capacitaciones y dotación de recursos para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias con el uso de las TIC.

De aquí surge la importancia de identificar y analizar los aportes de la producción científica y de aquellas iniciativas que brinden elementos para una enseñanza de las ciencias que posibilite un aprendizaje significativo y crítico mediante el uso de las TIC en

las escuelas rurales de Colombia. En palabras de Moreira (2005), identificar la producción científica, programas y proyectos que aporten para el abordaje de las ciencias que impliquen la diversidad de materiales con el fin de dar múltiples formas de representación del conocimiento; la formulación de preguntas y capacidad de cuestionamiento; así como la interacción social para la construcción colectiva del conocimiento.

Con base en lo anterior, mediante la presente investigación se pretende responder a la siguiente pregunta: **¿Cuál es la contribución de la producción científica, programas y proyectos realizados en Colombia, a una visión crítica de la enseñanza de las ciencias mediante el uso de las TIC en el contexto rural?**

## **1.2. Antecedentes**

En este apartado se describen algunos trabajos sobre revisión de literatura que sirvieron de referencia para el desarrollo de la presente investigación. De igual manera, son evidencia de la escasez en investigaciones que integren la enseñanza de las ciencias con TIC en las escuelas rurales de Colombia, situación que demuestra la pertinencia de analizar el estado actual de las publicaciones sobre la enseñanza de las ciencias con el uso de las TIC en las escuelas rurales de Colombia. A partir de los trabajos encontrados se hizo una clasificación de los estados del arte, de acuerdo con los temas abordados en dos campos: los relacionados con educación y enfoques de la nueva ruralidad y los que abordan la educación rural y TIC. La mayoría de estos estudios apuntan a resultados bastante generales que no dan cuenta de la enseñanza de las ciencias en contextos rurales.

### *Estados del arte sobre educación y enfoques de la nueva ruralidad*

En este campo se incluyen las investigaciones que abordan la educación en general y que consideran los enfoques de la nueva ruralidad. En estos trabajos (Murcia y Murcia, 2018; Ramírez y Gutiérrez, 2018; Serna y Patiño, 2018) se destacan aspectos como el

desarrollo humano, la construcción de sentidos y las relaciones necesarias entre la comunidad y la escuela. Serna y Patiño (2018) hacen un mayor énfasis en las investigaciones que tienen en cuenta estas interacciones con el fin de conjugar el valor de la educación en términos del desarrollo humano, mediante la construcción de redes de conocimiento; ya que se considera el saber como una construcción individual y colectiva. Así mismo, se resaltan las dificultades en la educación cuando se orientan los modelos pedagógicos únicamente en lo cuantificable y no consideran lo cultural, lo histórico y lo social.

De igual manera, Murcia y Murcia (2018) en el artículo denominado “Perspectivas de investigación en educación y pedagogía en el Eje Cafetero”, donde se analizaron los repositorios de diferentes universidades, encontraron en la mayoría de los trabajos la preponderancia de la temática de desarrollo humano y la didáctica de las ciencias en las escuelas normales, en contraste con temáticas poco abordadas como evaluación, currículo, gestión, problemáticas sociales, educativas y culturales.

Ramírez y Gutiérrez (2018) analizan las tendencias actuales en la formación de maestros para la ruralidad en Colombia y Latinoamérica, a partir de un conjunto de variables como el saber pedagógico, la formación docente, la educación rural y el pensamiento crítico. En esta investigación se evidencia una tendencia a la utilización de pedagogías flexibles que atiendan las necesidades locales para el desarrollo rural, mediante la relación del docente con la comunidad y teniendo en cuenta el nuevo enfoque de la ruralidad. Así mismo, se alerta sobre la ausencia de una formación pertinente de maestros para atender escuelas rurales. Se plantea que la formación de maestros se orienta no a partir de las realidades de los contextos, sino desde los imaginarios de turno; de aquí que el maestro rural se centre en desarrollar los contenidos curriculares y alcanzar los objetivos que demandan las normas técnicas, sin evaluar la eficacia y eficiencia de esos aprendizajes en la realidad de los estudiantes.

### *Estados del arte sobre educación rural y TIC*

En este apartado se consideraron los estados del arte sobre la educación en general y el uso de las TIC. En los trabajos encontrados (Escorcía y Jaimes, 2015; Hernández *et al.*, 2014; Soto y Luis, 2018) se plantea que el uso de las TIC depende del imaginario, tanto de los entes gubernamentales para gestionar políticas en las escuelas rurales, como de los maestros en sus prácticas pedagógicas. Un punto de encuentro entre los resultados de estas investigaciones es el uso instrumental que se le da a los recursos tecnológicos. Al respecto, Soto y Luis (2018) afirman que las políticas sobre alfabetización digital se han enfocado básicamente en infraestructura y accesibilidad de las TIC y el internet. Como lo plantean Arrieta y Montes (2011), esta práctica impide tener una visión más holística con respecto al uso de la tecnología en los procesos de enseñanza y aprendizaje y sus implicaciones sociales.

En este mismo sentido, Escorcía y Jaimes (2015) analizan las investigaciones y proyectos de los docentes para identificar tendencias en el uso de las TIC en contextos escolares (rurales y urbanos), en el marco del programa “Computadores para Educar”. Allí se identifica en los docentes algunas dificultades en el uso de herramientas tecnológicas debido a la falta de capacitación; por lo cual, el uso de las TIC se limita a procesadores de textos como medio de comunicación, búsquedas en internet y herramientas básicas de dibujo. Se destaca, además, el uso de blogs y redes sociales, como medio de comunicación entre profesores y estudiantes, tutoriales y plataformas virtuales, con el fin de facilitar los procesos de enseñanza y de aprendizaje. De los 128 proyectos realizados por los docentes en sus aulas, 13 se enfocaron en el área de Ciencias Naturales, donde la preocupación de la comunidad educativa fue la de conocer y preservar el medio ambiente. Por último, se destaca que los proyectos que mostraban una mayor estructuración en cuanto a soportes pedagógicos y metodológicos fueron los desarrollados en zonas urbanas, resultados que reflejan dificultades en la apropiación de las TIC, por parte de los docentes de instituciones rurales.

En Hernández *et al.*, (2014) se presenta una revisión de publicaciones sobre las TIC en zonas y escuelas rurales de Hispanoamérica entre el periodo de 2002 al 2012. El objetivo de su trabajo es describir analíticamente los contenidos de las publicaciones desde cuatro apartados: artículos de reflexión e investigación, subtemas de estudio, principales consensos y singularidades. En cuanto a los resultados, se encontró que los artículos de reflexión representan un porcentaje mayor que los de investigación (62% y 32%, respectivamente), dadas las dificultades que conlleva el investigar en estos contextos. Los resultados indican que se privilegian las metodologías cualitativas frente a las investigaciones cuantitativas y de diseños mixtos; dada la necesidad de estudiar, entender, analizar y construir conocimientos a partir de procesos de interpretación de la realidad y la cotidianidad del mundo rural, sus escuelas, sus habitantes y la percepción de estos frente a la incorporación de las TIC. Las brechas o desigualdades digitales son un asunto recurrente en los trabajos encontrados, debido a las limitaciones en el acceso a internet y la situación económica de los habitantes. Entre los consensos está la instrumentalización de las TIC, la precariedad de los recursos y la importancia de la formación docente.

Los resultados anteriores aportan elementos importantes en cuanto al conocimiento de problemáticas y vacíos de la educación en las escuelas rurales de Colombia; por lo que se pone en evidencia la necesidad del desarrollo de un trabajo como el que aquí se propone, debido a que en las investigaciones anteriores es recurrente la denuncia de políticas poco pertinentes de dotación e implementación de las TIC y formación de maestros para el uso pedagógico de herramientas tecnológicas y el impacto en la sociedad. Así mismo, la ausencia de trabajos que promuevan estrategias de enseñanza que favorezcan una visión crítica de las ciencias con el uso de las TIC y el enfoque de la nueva ruralidad.

### **1.3. Objetivos**

#### 1.3.1 Objetivo General

Analizar la contribución de la producción científica, programas y proyectos realizados en Colombia, a una visión crítica de la enseñanza de las ciencias mediante el uso de las TIC en el contexto rural.

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar la producción científica, programas y proyectos llevados a cabo en Colombia en relación con el uso de las TIC para la enseñanza de las ciencias naturales en el contexto rural.
  
- Describir el aporte de la producción científica, programas y proyectos a una visión crítica de la enseñanza de las ciencias mediante el uso de las TIC en el contexto rural.

## **2. MARCO TEÓRICO**

En este capítulo se expone el marco teórico que sustenta la presente investigación. En primer lugar, se da una mirada sobre el enfoque territorial de la nueva ruralidad con el fin de comprender la necesidad de orientar la enseñanza de las ciencias con el uso de la tecnología desde un enfoque crítico ante las problemáticas que se viven en el campo y considerando la diversidad cultural presente en los territorios rurales de Colombia. Este apartado justifica el abordaje que se hace posteriormente de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC) de Moreira (2005, 2010) como un referente pertinente para orientar la educación en los contextos variados de las escuelas rurales para que los estudiantes no sean ajenos a las problemáticas presentes en estos territorios. Luego se hace una discusión sobre las dificultades y posibilidades de la incorporación de las TIC en la escuela rural, y cómo éstas contribuyen al Aprendizaje Significativo Crítico (ASC).

### **2.1 El enfoque territorial de la nueva ruralidad y la Educación en Ciencias**

Tradicionalmente el campo se ha considerado como el lugar aislado, donde se lleva a cabo la actividad agrícola, poca población y con características de la cultura opuestas a la cultura urbana (López, 2006; Valcárcel 2011 citado en Valencia, 2015). Además, ha sido entendido como sinónimo de atraso, tradición y localismo. Esta concepción de lo rural representaba un ámbito agrario aislado, puesto que la única relación con las ciudades y los centros urbanos era la de vender sus productos alimentarios y retornar a sus veredas para continuar con la producción.

Hoy en día, como consecuencia de la influencia de los medios de comunicación, las conexiones viales, el uso de la tecnología, mayor relación con los mercados y movimientos sociales, lo rural se concibe como un espacio en el cual se realizan múltiples actividades, como agroturismo, turismo verde, ecoturismo, entre otras (López, 2006; Miranda, 2011).

De esa manera, la producción agropecuaria deja de ser la única vocación del campesino, para dar paso a nuevas y variadas formas de vivir y de estar en el territorio (Posada, 1997).

Este cambio ha permitido la coexistencia de formas culturales mixtas, donde las fronteras de lo rural y lo urbano son cada vez más difusas; no obstante, como lo plantea Valencia (2015), existe una tensión en el campo, debido a que se ha convertido en un lugar de desencuentros entre diferentes intereses que se disputan sus riquezas; a saber, los grupos armados, el estado, las multinacionales, los ciudadanos cansados de la ciudad, quienes optan por conseguir fincas de recreo; sin embargo, en medio de ellos se encuentra la población campesina que resulta migrando a las grandes ciudades, como consecuencia de los desplazamientos forzados o la búsqueda de nuevas oportunidades.

Pese a lo anterior, la idea de ruralidad se transforma, al configurarla como un territorio en el que se construye identidad, donde las personas se identifican con un lugar y un conjunto de características sociales, culturales e ideológicas. Estas características dependen de las condiciones socio-históricas de cada región, por lo que la ruralidad difiere entre territorios y entre el espacio temporal de un mismo territorio.

En este sentido, Bustos (2011) afirma que el término de ruralidad en singular tiende a desaparecer para pasar a hablar de ruralidades, puesto que implica una concepción plural, multicultural y contextualizada, al considerar las múltiples realidades que se construyen en cada uno de los territorios. La idea de esta nueva lectura de lo rural es valorar las necesidades como potencialidades y no como dificultades que entorpecen el desarrollo rural. De aquí que se valore el enfoque territorial, entendido no sólo como la delimitación geográfica, sino como un espacio en el que se da lugar a dinámicas sociales, económicas, culturales y políticas, donde se aprovechan ventajas en cuanto a la ubicación, mano de obra, transporte y comunicación, para así permitir el desarrollo y la innovación tecnológica (López, 2006). Este enfoque territorial presenta un espacio rural articulado con el urbano,

no sólo en aspectos económicos, sino también en los relacionados con la cultura, organización social, capital humano, entre otros (Miranda, 2011).

De acuerdo con Miranda (2011), los cambios propios del enfoque territorial demandan una reconceptualización de la educación rural, con características claramente diferentes con respecto a la que se imparte en las zonas urbanas, puesto que los modelos universalistas anularían su diversidad y riqueza cultural. Si la educación debe ser contextualizada, esta no puede estar lejos de la visión del mundo, valores, creencias, tradiciones, manifestaciones artísticas y actividades económicas de cada territorio. No obstante, como lo afirman Boix (2003) y Carter (2007), la escuela, los libros de texto y, evidentemente el maestro, enseñan una cultura diferente a la que vive el alumno. Las experiencias, los conocimientos y los lenguajes propios del entorno natural en el que el estudiante se desenvuelve distan de los problemas propuestos desde las distintas disciplinas impartidas en la escuela rural diseñados por personas ajenas a ésta. Es por esto que, en palabras de Boix, es necesaria

Una escuela que parta de la propia realidad y posibilite la creación y conservación de “estructuras de conocimiento locales” como punto de partida para la puesta en marcha de sus objetivos pedagógicos y ponga a disposición de los alumnos los recursos y medios didácticos necesarios para que éstos tomen conciencia de la necesidad vital de su existencia para el desarrollo comunitario. (Boix, 2003, p. 6)

Con la idea anterior, una escuela que tiene en cuenta el territorio como punto de partida, no trata de anular los conocimientos y las representaciones con que los estudiantes ingresan a las aulas, sino que los utiliza para llenar de significado los contenidos disciplinares.

Bajo esta línea de pensamiento, el Ministerio de Educación Nacional de Colombia presenta el Plan Especial de Educación Rural (PEER), en el marco del “Acuerdo final para

la terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera”, celebrado en el año 2018, donde el Gobierno Nacional asume algunos compromisos para mejorar la cobertura y la calidad de la educación en las escuelas rurales. Uno de estos compromisos es el de ofrecer modelos flexibles de educación preescolar, básica y media, que se adapten a las necesidades de las comunidades y del medio rural; con un enfoque diferencial donde las acciones que se realicen en cada uno de los niveles educativos promuevan una educación inclusiva, en la que se reconozca la diversidad y las particularidades de los territorios rurales, con el fin de disminuir las barreras que producen las desigualdades con respecto a las zonas urbanas (MEN, 2018).

De manera particular, en el contexto de la enseñanza de las ciencias, diversos trabajos (Andrade *et al.*, 2009; Benarroch, 2001; Boix, 2003; Carter, 2007; Hernández, 2015; Hodson, 2013; Melo-Brito, 2017) resaltan la importancia de la enseñanza de los conceptos científicos con el enfoque territorial y multicultural, donde se destacan dos importantes retos: el acceso de las minorías a la educación científica y qué ciencia enseñar, teniendo en cuenta su naturaleza epistemológica. Si bien este enfoque ha tenido importantes críticas por su relativismo al considerar que atenta contra la “universalidad del conocimiento científico” (Hernández y Enrique, 2004), han surgido diferentes aportes donde se justifica la necesidad de impartir una educación científica a una población cada vez más diversa.

Entre esos aportes se encuentra el trabajo de Hodson (2013) quien propone una educación multicultural que ubique al profesor en una sociedad, en un grupo o en un subgrupo identificable, el cual posee características, saberes, creencias, expectativas y valores socialmente válidos que determinan sus formas de pensar y obrar. De aquí que la perspectiva multicultural no trata de anular los conocimientos locales, sino que parte de ellos con el fin de fomentar una visión de la naturaleza de la ciencia como construcción social y no como un compendio de verdades absolutas, infalibles, aproblemáticas y ahistóricas (Caballero y Moreira, 2013).

Desde este punto de vista, Hodson (2013) propone un cambio en el diseño curricular basado en la identificación de problemas socio-científicos, que contemplen los siguientes aspectos:

En primer lugar, que haya un reconocimiento por parte del estudiantado de que la ciencia y la tecnología son culturalmente dependientes, así como culturalmente transformadoras, ya que surgen directamente del entorno social desde sus necesidades e intereses. A su vez, entender que los productos de la tecnología y la ciencia impactan los lenguajes, la forma de pensar y los modos de vida, y que surgen de las necesidades e intereses que desarrollamos y de las preguntas que hacemos. En este nivel también se incluye la posibilidad de comprender que la ciencia y los avances tecnológicos pueden traer consigo no sólo beneficios inesperados, sino también riesgos imprevistos.

De aquí que el siguiente aspecto que considera Hodson (2013) es permitir que los estudiantes reconozcan que las decisiones relacionadas con la ciencia y la tecnología se toman de acuerdo con unos intereses particulares, los cuales en muchas ocasiones van en contra de los intereses de otros. Esta situación puede dar lugar a desigualdades e injusticias o desequilibrios sociales, por lo que Hodson (2013) plantea que la educación científica debe estar pensada para que los estudiantes desarrollen una mirada más crítica del uso de la ciencia y la tecnología, con el fin de comprender que algunos problemas sociales y ambientales parten de decisiones que favorecen a una minoría.

El tercer aspecto a considerar es hacer que los estudiantes formulen sus propias opiniones frente a las problemáticas de su contexto, sin dejarse absorber por la opinión pública y las visiones de los libros de texto. De esta manera se pretende, desde la enseñanza de las ciencias, que los estudiantes puedan desarrollar habilidades que les permita examinar diferentes puntos de vista para analizarlos, evaluarlos, reconocer contradicciones y deficiencias; llegar a sus propias conclusiones y poderlas argumentar. En este sentido, este

aspecto hace referencia a la capacidad que tienen los alumnos para darle solución a los problemas desde sus propios recursos y con base en un razonamiento propio de las ciencias. En palabras de Guisasola *et al.* (2003), este tercer aspecto se refiere a las habilidades investigativas características de las ciencias, teniendo en cuenta no sólo el conocimiento declarativo, sino también la forma de razonar.

Por último, el cuarto aspecto de un currículo multicultural, es dar la oportunidad a los estudiantes para que encuentren la manera de poner sus valores y convicciones en acción, cooperando con otros y así generar cambios en su propio contexto. En otras palabras, tener la capacidad de ir desde el pensamiento a la acción, con actitudes responsables y que propendan por el bien común.

Los anteriores aspectos están en consonancia con lo que se espera desde las escuelas rurales para brindar una educación contextualizada y con un enfoque territorial; a la vez que justifican la elección de referentes teóricos que promuevan el pensamiento crítico y que lleven a la comprensión de la realidad de cada individuo. Es por esto que en la siguiente sección se expone la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC), un referente actual y pertinente para abordar las dificultades y posibilidades de la enseñanza de las ciencias en las escuelas rurales de Colombia.

## **2.2 Aprendizaje Significativo Crítico. Un referente potencial para la educación rural**

Como ya se ha dicho, el campo ha sido escenario de tensiones tales como el conflicto armado, la minería, el abandono, contaminación del agua, tráfico de fauna, uso de pesticidas y malas prácticas de agricultura que esterilizan las tierras, entre otras. Es por esto que, dentro de la enseñanza de las ciencias, en la escuela rural se debe velar porque sus estudiantes no sean ajenos a estas problemáticas, sino que adquieran la capacidad de desarrollar un pensamiento crítico con respecto a su realidad. Precisamente, estas reiteradas referencias a las diversas situaciones que se viven en los contextos rurales demandan de la

educación modelos pedagógicos que promuevan un aprendizaje reflexivo y un ciudadano democrático.

Así las cosas, no sería pertinente replicar estrategias o programas exitosos en otros contextos, si antes no se hace una reelaboración en términos de lo que acontece en el lugar donde se quiera intervenir. Como lo establecen Blazich *et al.* (2010), la escuela debe consolidarse como el lugar en el que las personas desarrollan sus intereses, conflictos y vivencias particulares; así como el espacio donde se materializan los significados de lo que acontece a su alrededor.

Bajo esta perspectiva es donde toman valor los planteamientos de Hodson (2013) y el enfoque territorial de la nueva ruralidad expuestos en la sección anterior, donde se promueve el aprendizaje de las ciencias para comprender, reflexionar y actuar frente a un mundo en constante transformación. Es de esta manera que se puede superar la actitud pasiva de los estudiantes y trabajar en la formación de seres humanos creativos, flexibles, críticos e innovadores que se deben enfrentar a un mundo de incertidumbres.

Siguiendo esta misma línea de pensamiento, Moreira (2005, 2012) propone la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC), una perspectiva que permite al sujeto formar parte de su cultura y, al mismo tiempo, estar fuera de ella. Incorporar al sujeto en las problemáticas sociales, pero, a la vez, tomar distancia cuando la realidad no se capta por parte del grupo. Esta capacidad, en un mundo hiperconectado, donde circula toda clase de conocimiento, sirve al estudiante para reconocer, desde la ciencia, la información verdadera de aquella que no lo es.

Abordar la educación desde esta perspectiva en las escuelas rurales, permite al estudiante desarrollar un sentido crítico desde la enseñanza de las ciencias y la tecnología. Por lo tanto, es necesario que haya una transformación en los modelos pedagógicos, con el

fin de trascender la forma rígida y acrítica de presentar la ciencia para privilegiar modelos flexibles centrados en el alumno, de tal manera que este tome conciencia de su función en el territorio en el que habita, en pro del desarrollo comunitario.

De esta manera, Moreira plantea que el aprendizaje no sólo debe ser significativo, sino también crítico, en la medida en la que se puede hacer frente a los problemas actuales con el desarrollo de capacidades para la flexibilidad, la creatividad, la innovación y la tolerancia. Capacidades que le permitirán manejar información, sin dejarse dominar de ella; aprovechar los beneficios de la tecnología sin convertirse en tecnófilo (Moreira, 2005).

La TASC ha sido influenciada por diferentes autores, tales como Ausubel (1968, 2000), con el aprendizaje significativo; Neil Postman y Charles Weingartner (1969), con la idea de la enseñanza subversiva; Paulo Freire (2007), con la pedagogía de la autonomía y Don Finkel (2008) con su libro “Dar clases con la boca cerrada”. Moreira recoge algunos aportes de estos autores para proponer una serie de principios facilitadores del aprendizaje significativo crítico. López (2014) hace una clasificación de estos principios en tres grupos: principios conceptuales y/o disciplinares, principios epistemológicos y principios pedagógico-didácticos.

Los principios conceptuales y/o disciplinares son aquellos que buscan favorecer y poner en juego el dominio sobre un campo de conocimiento determinado. A esta clasificación corresponde el principio de la interacción social y del cuestionamiento, el principio del aprendiz como perceptor/representador y el principio del conocimiento como lenguaje.

Los principios epistemológicos hacen referencia a aquellos que promueven una visión del conocimiento científico como una construcción humana incierta y provisional y no como verdades absolutas y eternas. A esta categoría corresponden los principios de la

conciencia semántica, del aprendizaje por el error, del desaprendizaje y de la incertidumbre del conocimiento.

Por último, los principios pedagógico-didácticos propenden por dejar de privilegiar el libro de texto como único recurso, poseedor de verdades y de respuestas, y del uso de la pizarra como único método de enseñanza. Aquí se hace referencia a los principios de la no centralización en el libro de texto y la no utilización de la pizarra,

Para efectos del presente trabajo, de los principios conceptuales se toma el de la interacción social y del cuestionamiento. No se consideran los principios del aprendiz como perceptor/representador y el principio del conocimiento como lenguaje, ya que no corresponde a los objetivos de la investigación analizar el aprendizaje de los estudiantes, sino cómo éste se podría favorecer desde las investigaciones, programas y proyectos implementados en las escuelas rurales. Atendiendo al argumento anterior, de los principios epistemológicos se aborda el de la incertidumbre del conocimiento, excluyendo así el aprendizaje por error y la conciencia semántica. Por último, los dos principios pedagógico-didácticos se unifican por guardar relación, por lo que, para el análisis, se reelabora como el principio de la diversidad de materiales educativos y de estrategias de enseñanza. A continuación, se describe cada uno de los principios contemplados en esta investigación.

### 2.2.1 Principio de incertidumbre del conocimiento.

Hace referencia a que el aprendizaje es significativamente crítico cuando se comprende que el conocimiento no es absoluto, sino que es incierto y evoluciona de acuerdo con las dinámicas de las sociedades, al ser producto de construcciones humanas. De aquí que el conocimiento sea transitorio, local y responde a los cuestionamientos que cada cultura se hace, por lo que el conocimiento es temporal y limitado. Este principio concuerda con la visión de la nueva ruralidad, donde se toman en cuenta los saberes locales, costumbres y formas de comprender el mundo, ya que el

conocimiento se construye socialmente, con base en unos problemas e interrogantes que surgen en un tiempo y un espacio determinado.

2.2.2. Principio de la diversidad de materiales educativos y de estrategias de enseñanza.

Propiciar espacios en los que haya diversidad de materiales cuidadosamente seleccionados y estrategias de enseñanza, posibilita una participación activa por parte del estudiantado y la negociación de significados con los materiales de enseñanza, con el grupo de estudio y con el profesor. Centrar la enseñanza de las ciencias en el libro de texto y en el uso de la pizarra estimula el aprendizaje mecánico y da una visión deformada de las ciencias como un simple compendio de teorías que nada tienen que ver con la realidad.

2.2.3. Principio de la interacción social y del cuestionamiento. Enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas.

Moreira (2005) afirma que para que se concrete un episodio de enseñanza, es necesario que el profesor y el alumno compartan significados en relación con los materiales educativos, pero mediados por el intercambio de preguntas en lugar de respuestas, ya que en una educación donde se den las respuestas, no se fomenta el espíritu crítico, sino un aprendizaje mecánico. Por lo tanto, cuando un alumno formula una pregunta relevante, apropiada y sustantiva, está utilizando su conocimiento previo de forma no arbitraria y no literal. Cuando aprende a formular ese tipo de cuestiones sistemáticamente, se habla de la evidencia de aprendizaje significativo crítico (Moreira, 2005, p. 89).

Los principios anteriores se constituyen en fundamentos para el análisis del aporte de la producción científica para promover una visión crítica en la enseñanza de las ciencias con el uso de las TIC en las escuelas rurales de Colombia. Por lo tanto, se valoran la producción científica, los programas y proyectos en relación con la posibilidad de generar espacios para el trabajo en equipo y la generación de preguntas sustantivas y no arbitrarias; la construcción de ambientes de aprendizaje que incluyan diversidad de materiales y estrategias de enseñanza para el acceso al conocimiento científico, así como con el favorecimiento de una visión de ciencia como construcción humana que puede ser transitoria y limitada.

### **2.3 Dificultades y posibilidades de la incorporación de las TIC en la escuela rural**

Pese a las reflexiones sobre los nuevos enfoques y perspectivas para abordar la educación rural, la situación de la realidad educativa en estas zonas sigue teniendo algunas deficiencias en cuanto a la vinculación entre la escuela y la comunidad, falta de coordinación entre las diferentes agencias que desarrollan programas educativos para el sector rural, difícil acceso en algunas instituciones, conflicto armado, abandono, políticas públicas no pertinentes, entre otras (Arias, 2017; Tovia, 2016). Estas situaciones hacen que existan desigualdades en cuanto al acceso a la información y al conocimiento, produciendo así diferencias muy marcadas en algunos territorios en términos de la economía y el desarrollo social.

En este sentido, Batista *et al.* (2007) consideran que las TIC pueden convertirse en agentes de socialización al romper las barreras de espacio y de tiempo, a la vez que pueden tener un impacto en las configuraciones de identidad y empoderamiento por parte de las personas dentro de su propio contexto, puesto que

En una sociedad donde los grupos sociales se encuentran cada vez más fragmentados, las Tecnologías de la Información y la Comunicación son canales de circulación de representaciones e ideas en torno a las cuales la

población segmentada puede encontrar puntos de contacto y conexión.  
(Batista *et al.*, 2007, p. 12)

De acuerdo con la idea anterior, los autores plantean que las TIC tienen una función cultural central, puesto que dan la posibilidad a los sujetos de construir el conocimiento sobre su propia realidad. Es por esto que incorporar las TIC en la escuela rural permite vincularla con nuevos lenguajes y saberes con el fin de formar en habilidades para la comprensión de las problemáticas sociales y la participación en la propia comunidad. De esta manera, lo que se pretende es que los jóvenes de las escuelas rurales se conviertan no sólo en consumidores reflexivos, sino también en productores culturales creativos.

En este orden de ideas, Soto y Molina (2018) afirman que las TIC brindan la posibilidad de crear escenarios interactivos, con espacios de autoaprendizaje y aprendizaje colaborativo, como lo plantean García-Valcácer *et al.* (2014), al considerar que el trabajo colaborativo puede transformar el pensamiento, movilizándolo hacia metas comunes donde los resultados son superiores a la suma de las habilidades individuales del grupo. Además, identifican otros beneficios de las actividades mediadas por las TIC que promueven la interacción, tales como el fomento de la metacognición, mayor control de la tarea, evaluación de la situación desde diferentes puntos de vista, fortalecimiento de habilidades sociales y de liderazgo, entre otras. De igual manera, las TIC posibilitan la creación de interacciones entre escuelas rurales apartadas entre sí geográficamente, con el fin de crear comunidades de aprendizaje para la realización de proyectos productivos.

Por otro lado, Munévar (2009) considera que es importante reflexionar sobre lo que necesita aprender un estudiante de escuela rural y con qué mediaciones lo aprende; por lo tanto, se requiere que las instituciones educativas y la comunidad en general estén actualizadas en el uso de herramientas tecnológicas para acceder democráticamente a la información desde diferentes materiales y estrategias de

enseñanza. En este sentido, en el contexto del “I Foro Abierto de Ciencias Latino América y el Caribe” organizado por la UNESCO, Macedo (2016) resalta la necesidad de una población científicamente preparada, de tal manera que no sea espectadora pasiva de las necesidades y los conflictos, sino que participe democráticamente para plantear soluciones; sin embargo, esta participación es limitada debido a la falta de cultura y formación científica en los contextos actuales, complejos, cambiantes e interconectados.

Con base en estas y otras dificultades, Soto y Luis (2018) proponen los siguientes retos para las iniciativas TIC en las zonas rurales: en primer lugar, sostener los costos de operación en las zonas apartadas, puesto que generalmente algunos proyectos generan grandes expectativas, pero su gestión y funcionamiento sólo es por un corto tiempo y sin evaluación del impacto que generan a corto y largo plazo. En segundo lugar, conocer los contextos en los cuales se llevará a cabo cada iniciativa, puesto que en ocasiones se pretende trasladar proyectos de lo urbano a lo rural, desconociendo las necesidades propias de cada territorio.

Otro aspecto importante tiene que ver con la formación de profesores en cuanto a enfoques metodológicos, didácticos y pedagógicos del uso de las TIC que motiven a los docentes para adquirir competencias que les permita superar el uso instrumental de estos recursos. De esta manera, en palabras de Soto y Molina (2018)

la escuela rural requiere del maestro un rol mediador, crítico y reflexivo, que le permita hacer una lectura del contexto, en cuanto a recursos y necesidades de la población, para elegir coherentemente las herramientas TIC que favorezcan los procesos de enseñanza y de aprendizaje y, además, reconocer cuándo es oportuno prescindir de su utilización. (p. 285)

En el siguiente apartado se profundiza más en la idea anterior, donde se hace una clasificación de los recursos tecnológicos y su función para el ASC de las ciencias,

teniendo en cuenta que entran en juego principalmente la manera como el profesorado percibe la ciencia y la tecnología y los modelos didácticos que adopta.

#### **2.4 Las TIC como mediadoras en los procesos de enseñanza para favorecer el Aprendizaje Significativo Crítico de las ciencias**

A pesar de las grandes ventajas del uso de las TIC para la formación en ciencias en las escuelas rurales, es importante trascender el mero uso instrumental de los recursos tecnológicos al propiciar espacios de aprendizaje colaborativo para la construcción compartida del conocimiento con metodologías activas y flexibles que contemplen variedad de recursos y estrategias. Como lo plantean Del Moral y Villalustre (2007), es evidente que el mero hecho de poseer los recursos y los medios tecnológicos más sofisticados no es una causa para que la figura del docente quede eclipsada; por el contrario, es la oportunidad de usar las TIC para propiciar en los estudiantes un mayor enriquecimiento en su formación acorde con las necesidades del contexto.

Con base en lo anterior, las TIC pueden considerarse como herramientas potenciales para el aprendizaje de las ciencias, debido a la facilidad y rapidez para acceder a grandes volúmenes de información en diferentes formatos (Villalustre, 2007). El problema desde la enseñanza de las ciencias es considerar que el simple acceso a todo el cuerpo de conocimientos, ya sea desde los libros de texto, la internet o recursos multimedia, es suficiente para el aprendizaje de los conceptos científicos. Por el contrario, para Moreira (2010) el asunto principal es aprender a aprender, pero hacerlo de manera crítica.

En este sentido, Insausti y Merino (2000) afirman que el verdadero aprendizaje de las ciencias no debe reducirse a un mero acopio de saberes descontextualizados e inoperantes, sino que deben entrar a formar parte del esquema general del individuo,

donde haya una interrelación de los conceptos y su funcionalidad; por lo que el alumno no sólo debe aprender los conceptos científicos, sino también cómo construirlos de tal manera que lo que aprende dentro de las ciencias sea relevante para él y para la comunidad en la que habita; ya que como se ha anotado antes, las TIC favorecen la construcción de identidades y el empoderamiento de su propio contexto, de donde se posibilita la motivación en el estudiante en cuanto al aprendizaje de las ciencias, sólo si esos recursos tecnológicos se orientan para aprender en contextos naturales.

De acuerdo con Garritz (2010), las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), las competencias básicas y los temas socio-científicos, son tres de los paradigmas de la enseñanza de las ciencias, considerados determinantes para lograr los objetivos de la educación científica en la actualidad y en las próximas décadas. Sin embargo, como lo expresan Valverde *et al.*, (2018), las competencias básicas y los temas socio-científicos deben hacer parte de un proceso formativo que contemple la comprensión de la información y la capacidad de reflexionar críticamente sobre la misma.

Desde esta perspectiva, es importante señalar que las TIC no sólo deben ser utilizadas para facilitar el acceso al conocimiento, sino que se deben orientar en la formación de competencias en cuanto a la búsqueda, selección, evaluación y gestión de información de fuentes digitales y transformarla en conocimiento que sirve para la toma de decisiones y la resolución de problemas alusivos a contextos variados y emergentes (Valverde *et al.*, 2018; Villalustre *et al.*, 2019). De aquí que es importante reflexionar sobre la utilización de las TIC en la práctica docente para la enseñanza de las ciencias y cómo, desde estos recursos, se forma al estudiante para pensar y actuar de manera crítica.

En relación con la utilización de las TIC en la práctica docente, Pontes (2005) hace una distinción entre los recursos informáticos de propósito general y los programas específicos de enseñanza asistidos por ordenador.

Los recursos informáticos de propósito general son aquellas aplicaciones que pueden ser útiles para todo tipo de usuarios de ordenador, en las que se encuentran las herramientas ofimáticas como procesadores de texto (*Word*, *Word Perfect*, entre otros), bases de datos (*Acces*, *Eric*, entre otros), Hojas de cálculo (como *Excel*), presentaciones (*Power Point*, *Presi*, entre otros) y entornos de diseño gráfico (*Paint*, *Corel Draw*, *Autocad*, entre otros). Así mismo, entran en este grupo de recursos los gestores de correo electrónico, navegadores de internet y herramientas para el diseño de páginas web. Según Pontes (2005), estos recursos deberían ser parte de la formación mínima que todo profesor debe adquirir en el manejo de las TIC para apoyar la enseñanza, puesto que sirven para el acceso, búsqueda, presentación, almacenamiento y procesamiento de información.

Para Capuano (2011), estos recursos son los más usados por los profesores de ciencias quienes en muchas ocasiones abusan de ellos presentando una gran cantidad de información para que el estudiante consigne en su cuaderno las teorías y definiciones que debe aprender. Estas prácticas son objeto de críticas por presentar una serie de información con una marcada desconexión con la realidad de cada contexto y las tendencias educativas actuales (López y Morcillo, 2007). Así mismo, Pontes (2005) y Moreira (2005, 2010), consideran que se deben dejar de privilegiar las prácticas discursivas y el uso de recursos en los que se “transmiten” los contenidos declarativos, para posibilitar escenarios en los que se lleve a aprender críticamente.

En cuanto a los recursos específicos de enseñanza de las ciencias asistida por ordenador, se encuentran aquellos programas que son diseñados para instruir y orientar al alumno sobre aspectos concretos en la educación científica, tales como la simulación de fenómenos y experimentos, la modelación, la resolución de problemas, el acceso a la información y la toma, manejo y análisis de todo tipo de datos, la predicción de fenómenos y la toma de decisiones que afecten a su entorno natural; así como los

aspectos actitudinales referidos al interés y disposición positiva de los individuos para el aprendizaje de las ciencias (Villalustre *et al.*, 2019).

Dentro de este grupo de recursos, se encuentran aquellos que promueven las competencias científicas mencionadas en el párrafo anterior. En este grupo, Pontes (2005) resalta las posibilidades que brinda el ordenador desde el punto de vista de la comunicación interactiva, el tratamiento de imágenes, la simulación de fenómenos y experimentos, la construcción de modelos, la resolución de problemas, el acceso a la información y el manejo de todo tipo de datos, posibilidades que corresponden a las competencias necesarias para el aprendizaje de las ciencias.

Pontes (2005) identifica algunos recursos específicos para la enseñanza de las ciencias, clasificándolos como programas de ejercitación, tutoriales interactivos, enciclopedias multimedia, programas de simulación y las herramientas de laboratorio asistido por ordenador.

Para el autor, los tres primeros se han implementado en el marco educativo del modelo conductista de enseñanza, ya que se han utilizado como elementos de transmisión y recepción de conocimientos elaborados, sin tener en cuenta la complejidad de los procesos cognitivos ni el conocimiento previo de los individuos. Sin embargo, estos recursos aún tienen vigencia y son de gran utilidad en la educación secundaria y universitaria con plataformas de gestión virtual de cursos y asignaturas, entre las que se destaca Moodle, considerada como una propuesta atractiva por muchos docentes en el ámbito científico y educativo, ya que, además de ser gratuita, permite la interacción entre los estudiantes y el profesor por medio de mensajes privados y los foros que posibilitan una comunicación asincrónica, el trabajo colaborativo, la contrastación de diferentes puntos de vista y la formación de ciudadanos independientes (López *et al.*, 2019).

Todos estos programas han evolucionado ahora en lo que se denomina plataformas digitales o ambientes virtuales de aprendizaje, donde conviven la presencialidad con modalidades *online* (*blended learning*). El uso creciente de estas plataformas se ha dado debido al éxito de algunas de ellas (tanto en las de acceso libre como de pago) para el apoyo en la formación universitaria en el desarrollo específico de materiales digitales, cursos *online*, evaluaciones alternativas, bases de datos, entre otros (De Pablos *et al.*, 2019).

Los programas de simulación se basan en recreaciones computacionales de experimentos teóricos y de laboratorio que permiten obtener medidas y resultados sin necesidad de instrumentación física. Estos recursos también siguen mostrando su relevancia didáctica dentro de la enseñanza de las ciencias en las actividades experimentales en forma de laboratorios virtuales; ya que según López *et al.* (2019), permiten reforzar competencias como la capacidad de análisis y el razonamiento crítico al considerar la ciencia como representaciones ideales del mundo físico. Este tipo de herramientas tecnológicas implementadas en el trabajo de laboratorio facilita el proceso de toma de datos y de medición; de tal manera que los estudiantes puedan dedicar un mayor tiempo a la conceptualización y a la reflexión sobre los fenómenos científicos.

De igual manera, las herramientas de laboratorio asistido por ordenador como los sistemas de adquisición de datos, vienen tomando mayor fuerza desde finales del siglo XX (López *et al.*, 2020); puesto que, fusionadas con otras tecnologías emergentes como genética, biotecnología, nanotecnología, inteligencia artificial, *big data*, robótica, realidad aumentada, M-learning, impresiones 3D, entre otras; generan sinergias que potencian la educación (Pernías, 2017). A estos recursos también se les ha llamado tecnologías disruptivas, ya que están generando transformaciones abruptas, pero a la vez efímeras. Estas transformaciones se plantean como una necesidad que debe ser abordada sin más retrasos, pero con una visión crítica desde cada contexto (Chinkes y Julien, 2019).

Con base en lo anterior, se pueden tomar elementos de la práctica científica que cobran relevancia cuando se introducen las TIC dentro de la enseñanza. En este sentido,

López *et al.* (2017) hace una clasificación de las TIC para las clases de ciencia, de acuerdo con su funcionalidad para posibilitar el desarrollo de las habilidades científicas que no se pueden centrar solamente en el conocimiento de contenidos sino que también deben enfocarse en algunos elementos que toman una especial relevancia cuando se introducen algunas TIC en el aula de ciencias: indagar (en el mundo real y en el virtual); comparar y contrastar la realidad y la virtualidad, expresar modelos con soporte digital y lenguaje computacional, y colaborar, discutir y argumentar mediante herramientas digitales. Si bien esta clasificación es más contemporánea, puede complementarse con la de Pontes (2005), en el sentido de que los recursos educativos de carácter general propician escenarios en el sentido de que los recursos educativos de carácter general propician escenarios colaborativos en los que se puede discutir y argumentar sobre los contenidos y los mismos materiales educativos; mientras que los recursos de carácter específico de la ciencia pueden orientar a desarrollar las competencias de indagación; comparación y contrastación de modelos o teorías; así como la modelación y el lenguaje computacional.

En la Tabla 1 se detallan aspectos de la relación entre las competencias científicas y el uso de las TIC, mediante los aportes de Pontes (2005) y López *et al.* (2017), apoyados de otros autores que coinciden en sus investigaciones en cuanto a la funcionalidad de algunos recursos para la favorecer la enseñanza de la ciencia.

Tabla 1. *Funciones de las TIC para la enseñanza de la ciencia*

	<b>Recursos TIC</b>	<b>Funciones dentro de la enseñanza de las ciencias</b>	<b>Autores</b>
Recursos de propósito general	Herramientas ofimáticas		López <i>et al.</i> (2020)
	Páginas web, Gestores de correo electrónico, Ambientes virtuales de aprendizaje	Acceso a la información, colaboración, discusión, argumentación	Valeiras (2018); Araújo <i>et al.</i> (2019); De Pablos <i>et al.</i> (2019); López <i>et al.</i> (2020)
	Animaciones y Simulaciones	Modelación, observación, medición, exploración, predicción, confrontación de ideas, debate.	Collazos y Castrillón (2019); Paredes y Molina (2019); López <i>et al.</i> (2020)
Recursos de propósito específicos para la enseñanza de las ciencias	<i>Sistemas de Adquisición de datos</i>	Indagación, toma y recolección de datos, tratamiento y representación de la información, negociación, trabajo en proyectos interdisciplinarios.	Cardona y López (2017); Huang (2015); Haag <i>et al.</i> , (2005); Pontes <i>et al.</i> (2006);
	M-learning	Ubicuidad, trabajo colaborativo, motivación, autonomía, intercambio de información, comparación, contrastación, modelación.	D'Aloisio y Echeveste (2018); López (2017)
	Realidad aumentada	Comparar	López y Miralles (2018); Villalustre <i>et al.</i> (2019); López (2017)
	Robótica	Contrastar Modelar Lenguaje computacional	Azcaray (2019); Collazos y Castrillón (2019); Massei <i>et al.</i> (2019)
	Impresiones 3D		Azcaray (2019); López <i>et al.</i> (2020)

Con base en la tabla 1, los recursos de propósito general pueden facilitar el acceso al conocimiento, la construcción de comunidades de aprendizaje y la indagación científica; mientras que los recursos de propósito específico para la enseñanza de las ciencias pueden aportar elementos para la comprensión de su naturaleza epistemológica, en cuanto a los procesos de construcción del conocimiento, que devienen de procesos mentales en los cuales se forman representaciones del mundo físico, pero no son la realidad misma.

No obstante, es importante considerar que, más allá de los recursos de propósito general o específicos para la enseñanza de las ciencias, se encuentra la discusión sobre su uso real y pertinente en las aulas, los beneficios que aportan y los riesgos y limitaciones que su uso conlleva; ya que como lo plantean López *et al.* (2020), algunas investigaciones han señalado que el mero uso de la tecnología, por más avanzada que sea, no implica de forma automática que haya una mejora en los procesos de enseñanza, puesto que entran en juego principalmente la manera como el profesorado percibe la ciencia y la tecnología y los modelos didácticos que adopta. En palabras de Moreira (2005), eliminar la pizarra no resuelve el problema, porque incluso con el uso de los recursos más modernos y sofisticados, con animadas y coloridas presentaciones se puede promover un aprendizaje memorístico en el que el alumno espera la información que debe consignar en su cuaderno. De esta manera, cada uno de los recursos señalados anteriormente

[...] son una oportunidad para transformar las interacciones dentro del aula, pero también pueden suponer una vuelta a enfoques pedagógicos más tradicionales o transmisivos, donde es el profesor el que usa la herramienta digital y el estudiante el que mantiene un rol pasivo en la clase. (López *et al.*, 2020, p. 8)

En este sentido, en la Tabla 1 se pueden identificar varios elementos relacionados con las funcionalidades de las TIC, que apoyan el Aprendizaje Significativo Crítico de las ciencias; puesto que los autores allí citados concuerdan en que estos recursos ayudan a desarrollar la capacidad de indagación, fortalecer la interacción con los demás para la negociación de los significados, comprender los procesos de construcción de los conceptos científicos y seleccionar la información disponible en la red de forma crítica y segura.

Estas reflexiones sirven de base para el análisis de los resultados en el presente trabajo en cuanto al favorecimiento del ASC, al evaluar los recursos utilizados y la metodología adoptada en términos del favorecimiento de la indagación, el trabajo colaborativo, la negociación de los significados y la comprensión de la ciencia como modelos que intentan explicar el mundo que habitamos.

### 3. METODOLOGÍA

El presente trabajo se enmarca en un enfoque de investigación cualitativo, donde se analiza la producción científica en relación con la enseñanza de las ciencias en las escuelas rurales de Colombia mediada por el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Así mismo, se identifican y caracterizan los programas y proyectos que se han llevado a cabo en este mismo contexto, con la intención de identificar hasta qué punto estos buscan promover el uso crítico de las TIC en la enseñanza de las ciencias.

Para cumplir con este propósito se recurre a la investigación documental con la hermenéutica como fuente principal para la interpretación y comprensión crítica del estado actual de la educación en ciencias en las escuelas rurales de Colombia, mediante la incorporación de las TIC. De esta manera, en concordancia con los planteamientos de Hoyos (2000), más que realizar un simple inventario de investigaciones referentes a este tema, es hacer una construcción teórica en la que se establecen relaciones contextuales con el fin de recuperar de los textos su dimensión simbólica, las proposiciones y los significados que se tejen en estos territorios.

De acuerdo con la autora, una investigación documental tiene dos funciones: por un lado, tiene una función diagnóstica en cuanto permite conocer qué se ha hecho en el campo de estudio de interés, identificar posibles vacíos y potencialidades y; por otro lado, permite realizar un pronóstico para orientar futuras investigaciones teniendo en cuenta estos vacíos y potencialidades.

#### **3.1 Conceptos centrales para el desarrollo de una investigación documental bajo la perspectiva de Hoyos (2000)**

En este apartado se hace referencia a una serie de conceptos para el desarrollo de una investigación documental, los cuales se definen a continuación, de acuerdo con la perspectiva de Hoyos (2000).

*Núcleos temáticos* son los subtemas que desglosan el tema central y que ayudan a delimitar el objeto de estudio; además, permiten identificar con mayor facilidad las fuentes de información. En el caso de la presente investigación se definieron dos núcleos temáticos:

*Principales características de la producción científica, programas y proyectos en relación con el uso de las TIC para la enseñanza de las ciencias naturales en el contexto rural.* Este núcleo temático permite tener una visión general de los artículos de revistas, documentos del MEN o instituciones aliadas, trabajos de maestría y tesis doctorales en cuanto a las delimitaciones contextuales y temporales del objeto de estudio, recursos TIC utilizados, así como los referentes teóricos y metodológicos, entre otros.

*Aportes de la producción científica, programas y proyectos a una visión crítica de las ciencias naturales mediante el uso de las TIC en el contexto rural.* En este núcleo temático se analizan los aportes, tanto de la producción científica como de los programas y proyectos, para favorecer una visión crítica de las ciencias con el uso de las TIC, en cuanto a estrategias de enseñanza que propicien la incertidumbre del conocimiento, la diversidad de materiales y estrategias de enseñanza, así como la interacción social y el cuestionamiento.

En el marco de esta investigación se consideran propuestas y proyectos a aquellos programas implementados por el Ministerio de Educación Nacional o entidades aliadas, para apoyar la enseñanza de las ciencias con la incorporación de las TIC en las escuelas rurales.

*Unidades de análisis* son cada uno de los textos individuales (libro, artículo, ensayo, tesis, etc.) que aportan información para cada núcleo temático. Para los propósitos de esta investigación se consideran unidades de análisis los artículos de investigación, trabajos de grado de maestría y tesis doctorales, relacionados con la enseñanza de las ciencias y el uso de las TIC en la escuela rural de Colombia, así como los programas o proyectos que promuevan la enseñanza de las ciencias y el uso de las TIC en este mismo contexto, publicados en las páginas oficiales del Ministerio de Educación o entidades aliadas.

Las unidades de análisis hacen parte de los *colectivos de análisis*, que para la presente investigación son aquellas revistas nacionales que tienen que ver con Educación, Educación en Ciencias y Educación con uso de TIC, así como algunas bases de datos, repositorios de las principales universidades de Colombia y el conjunto de páginas oficiales del Ministerio de Educación e instituciones aliadas, con el fin de hacer un rastreo de iniciativas relacionadas con la enseñanza de las ciencias en las escuelas rurales de Colombia.

*Factores e indicadores* son los aspectos que destacan elementos de relevancia a señalar de cada unidad de análisis y que a su vez desglosan otros ítems llamados indicadores. Para el análisis de la presente investigación se tendrán en cuenta factores contextuales, de donde se desprenden indicadores tales como procedencia del estudio, nivel educativo y población intervenida; factores teóricos y metodológicos, con indicadores como enfoque de la investigación, referente teórico, disciplina y recursos TIC. En la Tabla 2 se sintetizan los elementos metodológicos de la investigación.

Tabla 2. *Matriz metodológica para la investigación documental*

<b>Colectivos de análisis</b>	<b>Núcleos temáticos</b>	<b>Factores e indicadores</b>
Revistas nacionales, bases de datos, repositorios de universidades, páginas oficiales del MEN e instituciones aliadas	Principales características de la producción científica, programas y proyectos en relación con el uso de las TIC para la enseñanza de las ciencias naturales en el contexto rural	<b>Factores contextuales</b> Procedencia, nivel educativo y población intervenida <b>Factores teóricos y metodológicos</b> Enfoque, referente teórico, disciplina y recursos TIC utilizados
	Aportes de la producción científica, programas y proyectos a una visión crítica de las ciencias naturales mediante el uso de las TIC en el contexto rural	Aporte a la comprensión de la incertidumbre del conocimiento  Aporte a la diversidad de materiales  Aporte a la interacción social y a la formulación de preguntas

### 3.2 Fases para el desarrollo de una investigación documental

De acuerdo con Hoyos (2000), un proceso es “el conjunto de estrategias metodológicas que garantizan la vinculación teoría-práctica. Se conceptualiza como una relación dinámica [...] durante la cual se adelantan procedimientos encaminados a la consecución de una meta” (p. 70), en donde se proponen cinco fases que constituyen el procedimiento para el proceso de construcción de estados del arte, las cuales se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. *Fases para el desarrollo de una investigación documental bajo la perspectiva de Hoyos (2000)*

<b>Fase preparatoria</b>	<b>Fase descriptiva</b>	<b>Fase interpretativa por núcleo temático</b>	<b>Fase de construcción teórica global</b>	<b>Fase de extensión y publicación</b>
Definir el objeto de estudio, los núcleos temáticos, el lenguaje a utilizar y los pasos a seguir.	Búsqueda, revisión, clasificación y descripción de las unidades de análisis.	Amplía los horizontes de estudio por unidad de análisis y proporciona datos nuevos al trascender lo meramente descriptivo.	Interpretación por núcleo temático para identificar vacíos, limitaciones, dificultades, tendencias, logros, con el fin de dar una visión global de la investigación, como referente para nuevos estudios	Divulgación de la investigación de forma oral o escrita, para poner en circulación el nuevo conocimiento

### 3.2.1 Fase preparatoria

#### *Delimitación del objeto de estudio y criterios de selección de colectivos y unidades de análisis*

De acuerdo con Hoyos (2000), un estado del arte da cuenta de un saber acumulado en un momento histórico y un espacio determinado, el cual puede dar origen a nuevos campos de investigación; por lo que no se puede considerar como un producto acabado, sino como una contribución científica que genera nuevos problemas o interrogantes en cuanto a qué se ha dicho y qué no; cómo se ha dicho; a quién se ha dicho y qué falta por decir, con respecto a un fenómeno que ha sido estudiado. De esta manera, se crea un círculo hermenéutico como un recurso explicativo en el que se

permite el diálogo entre el investigador, el texto, el contexto y la voz de los autores (Guevara, 2016).

En este sentido, en el presente trabajo se pretende realizar un proceso de interpretación y comprensión de las unidades de análisis publicadas entre los años 2009 y 2019 en el ámbito nacional; con el fin de identificar y analizar tendencias, significados y vacíos relacionados con la enseñanza de las ciencias en la escuela rural y el uso pedagógico y crítico de las TIC. Por lo tanto, se espera aportar una reflexión que visibilice la educación en el campo, específicamente en la enseñanza de las ciencias, y se amplíen los horizontes para aportar a la calidad de la educación en estos contextos.

Por lo anterior, se descartan las investigaciones, programas y proyectos que no se hayan llevado a cabo en la ruralidad o que no integren la enseñanza de las ciencias con TIC en estos contextos. La delimitación anterior del objeto de estudio se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. *Delimitación de la investigación documental para las unidades de análisis*

<b>En relación con el tema</b>	<b>En relación con el espacio</b>	<b>En relación con el tiempo</b>	<b>En relación con el material investigado</b>
--------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	--

---

TIC en la enseñanza de las ciencias.	Escuelas rurales de Colombia	2009-2019	Revistas nacionales indexadas sobre educación, educación en ciencias y educación con el uso de las TIC. Bases de datos. Repositorios de las principales universidades de Colombia. Páginas oficiales del MEN e instituciones aliadas.
--------------------------------------	------------------------------	-----------	--

---

### 3.2.2 Fase descriptiva

Esta segunda fase corresponde al trabajo de campo en el que se realiza la búsqueda, clasificación, revisión y análisis, tanto de los colectivos, como de las unidades de análisis. A continuación, se detalla el procedimiento realizado para cada caso.

#### *Selección de colectivos de análisis*

En primera instancia se consultó el Índice Bibliográfico Nacional (IBN) para seleccionar las revistas indexadas por Publindex Colciencias. De las 275 revistas que conforman el listado de clasificación, fueron seleccionadas 57 que, como se había mencionado anteriormente, corresponden a publicaciones de Educación, Educación en Ciencias o Educación con Tecnología. Es importante resaltar que no se tuvo en cuenta la categoría de la revista según la clasificación de Colciencias, con el fin de no dejar por fuera aportes importantes que pudieran surgir de revistas de categorías inferiores. Al encontrar pocas investigaciones que abordaran el objeto de interés, se amplió la búsqueda a trabajos de maestría y tesis de doctorado en los repositorios de las universidades más importantes de Colombia, según el *ranking* de *Quacquarelli Symonds* para el 2020. Con base en este listado se hizo la búsqueda en las siguientes

universidades: Universidad de los Andes, Universidad Nacional de Colombia, Pontificia Universidad Javeriana, Universidad Externado de Colombia, Universidad Pontificia Bolivariana, Universidad de Antioquia, Universidad de la Sabana, Universidad del Norte y Universidad EAFIT. Además, se consultó los repositorios de la Universidad Distrital y la Universidad Pedagógica Nacional.

### *Selección de unidades de análisis*

Luego de seleccionar los colectivos de análisis, se procedió a revisar cada una de las revistas, mediante la lectura de las tablas de contenido, con el fin de identificar artículos relacionados con los criterios descritos anteriormente. Así mismo, se procedió a buscar en las bases de datos Eric, Google Scholar, Ebsco y Science Direct, a través de términos de búsqueda en inglés, español y portugués como:

- (ICT OR TIC OR TECHNOLOGY OF COMPUTER) AND (“SCIENCE EDUCATION” OR BIOLOGY OR CHEMISTRY OR PHISIC AND RURAL SCHOOL)
- TIC AND “EDUCACIÓN EN CIENCIAS” AND ESCUELA RURAL
- TIC AND “ESCUELA RURAL” AND COLOMBIA

Además de las bases de datos, se recurrió a páginas oficiales del Ministerio de Educación e instituciones aliadas, mediante el uso de los términos de búsqueda mencionados anteriormente. En este apartado se incluyeron artículos y trabajos de grado que evaluaban el impacto de programas y proyectos implementados en la escuela rural, relacionados con la enseñanza de las ciencias y el uso de las TIC. No se tuvieron en cuenta las iniciativas relacionadas con dotación o infraestructura informática, sino las concernientes a la formación y el desarrollo del talento humano en el uso y apropiación de las TIC por parte de docentes y estudiantes; así como aquellas que proponen innovaciones pedagógicas con el uso de las TIC para la enseñanza de las ciencias.

Sin embargo, dado que en las escuelas rurales apartadas prevalecen orientaciones pedagógicas de enseñanza multigrado a cargo de un solo docente, las políticas de capacitación no enfatizan en una sola área del conocimiento, sino que se abordan de manera transversal en los programas y proyectos; por lo que se tuvieron en cuenta aquellos proyectos que trabajaran las ciencias de manera transversal, ya sea con iniciativas de formación de maestros o de innovaciones educativas.

Esta revisión arrojó como resultado 45 unidades de análisis para la presente investigación, distribuidas de la siguiente manera: 19 artículos de revistas, 21 trabajos de grado de maestría, dos memorias de eventos, una tesis doctoral y dos trabajos en los que se presenta el proyecto y sus lineamientos.

### 3.2.3 Fase interpretativa. Procedimientos de análisis de la información

#### *Análisis de contenido*

En esta fase se da el proceso hermenéutico propiamente dicho, donde se ve la necesidad de utilizar técnicas cualitativas con el fin de aproximarnos a la comprensión de las unidades de análisis, puesto que, como lo plantea Hoyos (2000), el texto tiene un sentido para transmitir y un significado para revelar.

En concordancia con Cisterna (2005), el poder realizar adecuadamente este proceso interpretativo se ve enormemente posibilitado cuando partimos de elementos teóricos de base, evitando alterar los significados del texto y con ello, generar procesos argumentativos de manera sistemática y secuencial. Es así como se recurre al análisis de contenido definido por Bardin (2002), como un conjunto de técnicas de análisis de comunicación, que posibilitan la sistematización para la descripción objetiva del

contenido de los textos y la inferencia de conocimientos latentes que dependen de las condiciones de producción de sus mensajes.

Esta forma de abordar los textos brinda elementos procedimentales para el análisis de los significados que se tejen en las escuelas rurales de Colombia, en cuanto a la enseñanza de las ciencias con el uso de las TIC. El establecimiento de los objetivos y las categorías de análisis permiten la generación de procesos ascendentes de análisis, partiendo de los significados particulares de cada texto para luego generar conclusiones más ricas mediante la triangulación de los significados en los diferentes textos.

#### *Categorización, codificación y triangulación*

De acuerdo con Cisterna (2005), es el investigador quien le otorga significados a los resultados de su investigación; no obstante, como se argumentó en el apartado anterior, estos significados no deben alejarse de las intenciones y los mensajes que los autores, mediante sus escritos, quisieron plasmar.

Para la categorización y la codificación de las unidades de análisis, se utilizó una matriz por núcleo temático elaborada en *Excel*, en la que se caracteriza cada texto de acuerdo con los factores e indicadores (ver anexo). A cada categoría se le asignó un código y un color, con el fin de identificar tendencias, estructuras lógicas y significados entre los documentos.

Por último, se realizó el proceso de triangulación hermenéutica, entendido como la reunión y cruce dialéctico de la información relevante para el objeto de estudio. De acuerdo con Cisterna (2005), y para el caso de la presente investigación, se hizo la triangulación entre las fuentes de información, y de estas con el marco teórico,

de tal manera que se puedan extraer conclusiones ascendentes cada vez más ricas conceptualmente.

#### 3.2.4 Fase de construcción teórica global.

Esta fase corresponde al balance o construcción teórica del conjunto de la investigación documental, donde se tabulan los resultados y se hace el proceso de redacción de la discusión y análisis; así como las recomendaciones para futuras investigaciones. Esta fase comprende el análisis que parte de la interpretación por núcleo temático, para mirar los resultados del estudio como vacíos, limitaciones, dificultades, tendencias y logros obtenidos con el fin de presentar el estado actual de la investigación y que permita orientar nuevas líneas de investigación.

#### 3.2.5 Fase de extensión y publicación.

En esta fase se da lugar a la divulgación oral y/o escrita del producto de la investigación y la participación en congresos, conferencias, paneles, disertaciones, seminarios, mesas redondas, entre otras. La importancia de esta fase estriba en poner en circulación un nuevo conocimiento que permite la interlocución con otros grupos y comunidades científicas. En el caso del presente trabajo, se espera aportar al conocimiento del estado actual de la enseñanza de las ciencias en contextos rurales con el uso de las TIC, así como poner en conocimiento los vacíos, limitaciones y tendencias que puedan ser abordadas en futuras investigaciones.

#### 4. RESULTADOS

En este capítulo se presenta el análisis de los resultados por núcleos temáticos. En primer lugar, se detallan las principales características de la producción científica, programas y proyectos que se han desarrollado en las escuelas rurales de Colombia; posteriormente se analizan los aportes de estos trabajos a una visión crítica de la enseñanza de las ciencias en las escuelas rurales de Colombia. Finalmente se presenta un análisis teórico global donde se hace un cruce dialógico entre los núcleos temáticos y el marco teórico.

Si bien en el proceso de revisión se consideraron sólo las revistas nacionales, de los artículos seleccionados dos pertenecen a revistas internacionales, dado que se refieren a estudios realizados en escuelas rurales de Colombia para la enseñanza de las ciencias con TIC: el de Sterling (2019), publicado en la Revista Conrado de Cuba y el trabajo realizado por Hernández, Gómez y Arredondo (2014), publicado en la Revista Electrónica “Actualidades Investigativas en Educación” de Costa Rica. Además, se tuvieron en cuenta dos memorias de eventos; una de ellas realizada por Sotelo y Ordóñez (2016), y publicada en el marco de la “*10th International Conference on e-Learning 2016*”, realizada en China; y la de Vélez (2018) en el marco del “*III Congreso mundial de Educación Superior a Distancia*”. Por último, se incluyó también el trabajo de Arango *et al.* (2020), que si bien no está dentro del rango de tiempo especificado, aporta elementos importantes para una visión crítica de la enseñanza de las ciencias en el contexto rural.

Teniendo esto en consideración, luego del proceso de búsqueda bajo los parámetros definidos, se identificaron 45 unidades de análisis, de las cuales 19 trabajos fueron artículos publicados en revistas (Anaya *et al.*, 2016; Arango *et al.*, 2020; Builes, 2015; Carabalí *et al.*, 2018; Cárdenas y Tovar, 2011; Estrada y Cantero, 2013; Henao, 2014; Henao y González, 2014; Hernández *et al.*, 2014; Hernández *et al.*,

2013; Lozano, 2014; Martínez *et al.*, 2015; Parra y Villada, 2014; Plata, 2016; Ruiz-Macías y Duarte, 2018; Ruiz *et al.*, 2009; Said *et al.*, 2017; Sterling, 2019; Vargas, 2014); 21 fueron trabajos de grado de maestría (Alarcón, 2015; Arboleda *et al.*, 2016; Barrios, 2015; Brito, 2013; Gamarra, 2016; Gómez, 2016; González, 2014; González *et al.*, 2017; Grisales, 2018; Henao, 2013; Londoño, 2016; Martínez, 2019; Mejía, 2014; Mora, 2015; Morales, 2013; Ortiz, 2017; Parra, 2012; Ramos, 2018; Restrepo, 2015; Torres y Colorado, 2019; Triviño, 2018); una tesis doctoral (Ávila, 2017); dos memorias de evento (Sotelo y Ordóñez, 2016; Vélez, 2018); dos trabajos en los que se presenta el proyecto y sus lineamientos (Pacheco *et al.*, 2016; Pedró *et al.*, 2014).

#### **4.1 Principales características de la producción científica, programas y proyectos**

A continuación se presentan los resultados en términos de las principales características de la producción científica, programas y proyectos sobre la enseñanza de las ciencias con el uso de las TIC en las escuelas rurales de Colombia. Se tuvieron en cuenta para el análisis factores contextuales (procedencia, nivel educativo y población intervenida) y factores teóricos y metodológicos (enfoque metodológico, referente teórico, disciplina, y recursos TIC utilizados).

En los trabajos seleccionados se identificaron 25 propuestas didácticas para implementar las TIC en la escuela rural (Alarcón, 2015; Arango *et al.*, 2020; Barrios, 2015; Carabalí *et al.*, 2018; Estrada y Cantero, 2013; Gamarra, 2016; Gómez, 2016; González, 2014; Grisales, 2018; Henao, 2014; Henao y González, 2014; Hernández *et al.*, 2014; Lemus *et al.*, 2018; Londoño, 2016; Lozano, 2014; Mejía, 2014; Morales, 2013; Ortiz, 2017; Parra y Villada, 2014; Ramos, 2018; Ruiz-Macías y Duarte, 2018; Ruiz *et al.*, 2009; Sotelo y Ordóñez, 2016; Sterling, 2019; Triviño, 2018) y dos trabajos que evaluaban las concepciones de estudiantes y maestros en cuanto a la ciencia y la tecnología (Hernández *et al.*, 2014; Ruiz *et al.*, 2009). Así mismo, se identificaron 18 trabajos referentes a programas y proyectos, clasificados de la

siguiente manera: 12 se enfocaron en evaluar el impacto de estos (Anaya *et al.*, 2016; Arboleda *et al.*, 2016; Brito, 2013; Builes, 2015; Cárdenas y Tovar, 2011; Vargas, 2014; Hernández *et al.*, 2013; Martínez, 2019; Martínez *et al.*, 2015; Plata, 2016; Said *et al.*, 2017; Torres y Colorado, 2017); cuatro trabajos de sistematización de experiencias en el marco de un proyecto particular (Ávila, 2017; Lozano, 2014; Mora, 2015; Vélez, 2018) y dos trabajos en los que se presenta el proyecto y sus lineamientos (Pacheco *et al.*, 2016; Pedró *et al.*, 2014).

Es importante aclarar que los trabajos de Estrada y Cantero (2013); González *et al.* (2017); Parra (2012) y Restrepo (2015), incluidos en el párrafo anterior como propuestas didácticas, fueron implementadas en el marco de programas y proyectos, por lo que aparecerán en ambos análisis. De esta manera se tendrá en cuenta que la cantidad total de trabajos es de 45, aunque se hable de 25 propuestas de enseñanza, 22 trabajos relacionados con programas y proyectos y 2 artículos que evalúan la concepción de estudiantes y profesores sobre ciencia y tecnología.

Por otro lado, se pudieron identificar 10 proyectos dentro de los trabajos seleccionados: Computadores Para Educar, Raíces de Aprendizaje Móvil, Centros de Innovación Educativa Regional, Programa Ondas-Colciencia, Proyecto C4, Programa de formación en TIC para el fortalecimiento de las competencias básicas en ciencia y tecnología, Escuela Café, Telesecundaria, Antioquia Territorio Inteligente y Smart Town. En la tabla 5 se presentan los trabajos relacionados con programas y proyectos.

Tabla 5. *Trabajos relacionados con programas y proyectos*

<b>Programas y proyectos</b>	<b>Autores</b>
Computadores para educar	Anaya <i>et al.</i> (2016); Builes (2015); Vargas (2014); Hernández <i>et al.</i> (2013); Lozano (2014); Martínez, (2019); Poveda (2014); Cárdenas y Tovar (2011); Torres y Colorado (2017)
Raíces de Aprendizaje Móvil	Estrada y Cantero (2013); Parra (2012)
Centros de Innovación Educativa Regional	Martínez <i>et al.</i> (2015); Mora (2015); Pacheco <i>et al.</i> (2016); Said <i>et al.</i> (2017)
Programa Ondas-Colciencias	Arboleda <i>et al.</i> (2016); Plata (2016)
Proyecto C4	Pedró <i>et al.</i> (2014)
Programa de formación en TIC para el fortalecimiento de las competencias básicas en ciencia y tecnología	Anaya <i>et al.</i> (2012)
Escuela Café	Ávila (2017)
Telesecundaria	Brito (2013)
Antioquia Territorio Inteligente	González <i>et al.</i> (2017); Vélez (2018)
Smart Town	Restrepo (2015)

A continuación, se hace una breve descripción de cada uno de estos proyectos, para luego hacer una caracterización general, en cuanto a los factores contextuales, teóricos y metodológicos.

El programa “Computadores para Educar” (CPE) cuenta con tres líneas estratégicas: sostenibilidad ambiental, referido al aprovechamiento de los residuos electrónicos mediante procesos de retoma y de manufactura; el acceso y dotación entendidos como la oportunidad para que todos los niños de Colombia tengan acceso al aprendizaje por medio de las TIC y formación a los maestros y directivos para apoyar sus prácticas docentes con miras a transformar el entorno en el que laboran. Es una asociación integrada por la Presidencia de la República, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, el Ministerio de Educación Nacional, el Fondo TIC y el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. CPE recibe computadores donados por empresas públicas y privadas, para su reacondicionamiento y posterior entrega, sin costo, a instituciones educativas, casas de la cultura y bibliotecas públicas de todo el país. En este programa, la formación de maestros se centra en la adquisición de habilidades y competencias para la creación de ambientes virtuales de aprendizajes con Materiales Educativos Computarizados (MEC), desde las pedagogías críticas y la Cultura Libre; ya que da la posibilidad, tanto a maestros como estudiantes, de ser constructores del conocimiento en relación con el contexto en el que habitan.

El proyecto “Raíces de aprendizaje móvil” surge del trabajo conjunto entre el MEN, Nokia, Movistar y las fundaciones Pearson y Telefónica. Este proyecto buscó elevar la práctica educativa a través del uso y la apropiación pedagógica de contenidos digitales mediante la capacitación docente y la incorporación de equipos móviles en el aula. Esta iniciativa fue lanzada en 2011 para la educación básica primaria con el fin de mejorar los resultados de aprendizaje en estudiantes de los grados 4° y 5° de instituciones de bajos recursos, en zonas con altos índices de vulnerabilidad social y bajo acceso a nuevas tecnologías. Para ello, cada una de las instituciones educativas seleccionadas recibió un teléfono Nokia C7; que contaba con la aplicación educativa *Nokia Education Delivery* (NED). Los docentes de dichas instituciones recibían capacitación en el uso de contenidos digitales; así como en el manejo de esta tecnología para poderla aplicar en procesos educativos.

El proyecto “Centros de Innovación Educativa Regional” nace en diciembre de 2013. El Ministerio de Educación Nacional de Colombia, a través de su oficina de Innovación Educativa y de la mano del Gobierno de Corea del Sur, del Korea Eximbank y la empresa LG CNS Ltda., dan inicio a este con el fin de promover la construcción de capacidades regionales de uso educativo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), para mejorar la calidad de las prácticas educativas en las instituciones y entidades del sistema educativo colombiano y para aportar a la reducción de la brecha educativa entre las regiones del País; a partir de la formación de docentes y la producción de recursos educativos digitales para las áreas de lenguaje, ciencias y matemáticas para todos los niveles de Educación.

De otro lado, el Programa “Ondas-Colciencias” trabaja con el enfoque “La investigación como Estrategia Pedagógica”, donde se desarrollan opciones educativas para pensar y construir escenarios de aprendizaje con metodologías flexibles, asumir la incertidumbre y la formación de actitudes críticas, reflexivas y creativas frente al conocimiento. Esta iniciativa se viene implementando en el departamento de Boyacá desde hace 12 años, tiempo en el cual se han implementado estrategias exitosas tales como “*Investigadores para el amor y la ciencia*”, “*Energía Pura*” y “*Pequeños y gigantes de la investigación*”.

El proyecto “C4, 2004 (PUJ), Ciencias y Tecnología para Crear, Compartir y Colaborar”, promueve una visión de ciencia y tecnología no sólo como campos de saber, sino también en relación con su función ciudadana y la posibilidad de abrir espacios de debate sobre el mundo que estamos construyendo. Este proyecto es realizado desde la Secretaría Distrital de Bogotá en asocio con el Centro Ático de la Pontificia Universidad Javeriana, en el que se brinda asesoría, acompañamiento y actualización a los colegios públicos de Bogotá, tanto en zonas urbanas como rurales.

El “Programa de formación a docentes de educación básica y media del Departamento del Cauca en TIC para el fortalecimiento de las competencias básicas en ciencia y tecnología”, tiene como objetivo la formación de maestros para la incorporación pedagógica de las TIC, con las mejores condiciones, los mejores formadores, materiales y estrategias, teniendo en cuenta las particularidades del contexto y las necesidades reales de calidad y pertinencia educativa de la región. Es un proyecto de servicios de carácter social que pretende impactar las instituciones educativas del sector oficial. Este programa es realizado por la Universidad del Cauca en convenio con la Secretaría de Educación del Departamento del Cauca (Anaya *et al.* (2012).

La experiencia pedagógica de “Escuela Café” ha sido reconocida internacionalmente por su contribución al logro de la pertinencia del sistema educativo. Este proyecto nació para solucionar los problemas de deserción y desmotivación académica en varias zonas rurales del país. Una característica principal es la vinculación permanente de los padres de familia y la comunidad, quienes reconocen las habilidades que adquieren los jóvenes desde el grado 6 hasta el grado 9. El estudio que hace Ávila (2017), analiza el impacto en instituciones del Departamento de Caldas.

“Telesecundaria” es un modelo escolarizado de educación formal dirigido a básica secundaria, en el que se desarrollan las áreas obligatorias del currículo, proyectos pedagógicos y proyectos productivos, con un docente por grado como facilitador del proceso de aprendizaje. Esta iniciativa nace en 1998 como una estrategia para aumentar la cobertura, mejorar la calidad y garantizar el ingreso a niños y jóvenes, principalmente de zonas rurales, a la educación básica secundaria. Su nombre deriva del uso de la televisión educativa como recurso, donde se presentan programas de televisión, articulados a los módulos de aprendizaje por áreas.

Por su parte, “Antioquia territorio inteligente” es una propuesta educativa incluyente que integra herramientas tecnológicas para romper las barreras que generan inequidad, por medio de estrategias que contribuyan al mejoramiento de la calidad en la educación en las zonas apartadas y mediante la generación de proyectos que busquen superar las problemáticas del contexto. Implementa una plataforma virtual en la cual se divulgan las experiencias y recursos con el fin de generar redes de aprendizaje (Vélez, 2018).

Finalmente, el proyecto “SMART TOWN: diseño e innovación aplicada al territorio”, nace como una iniciativa de la Pontificia Universidad Javeriana, la Universidad de los Andes y la Universidad Minuto de Dios, financiado por el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías (SGR), crean un espacio de conocimiento e interacción entre la población colombiana, con el fin de formar un modelo de entornos de aprendizaje para el desarrollo de los jóvenes de los municipios de Soacha, Girardot y Zipaquirá, soportados en el uso de las tecnologías y en busca de generar las competencias para lograr un impacto positivo dentro de dichos municipios.

Ahora bien, dado que el “Centro de Innovación Educativa” fue creado como un programa estratégico en el país para contribuir a que Colombia sea líder en la producción de contenidos educativos y la promoción de la construcción de capacidades regionales; muchos de los trabajos encontrados fueron implementados en varios departamentos de estos centros. De esta manera, para analizar el lugar de implementación de las propuestas, programas y proyectos, se hace la clasificación de acuerdo a los 5 Centros de Innovación Educativa Regional (CIER), de la siguiente manera (Ver Figura 1) : **Centro** en color rojo (Alarcón, 2015; Barrios, 2015; Pedró *et al.*, 2014; Plata, 2016; Restrepo, 2015; Ruiz *et al.*, 2009; Sterling, 2019; Triviño, 2018), **Norte** en color amarillo (Estrada y Cantero, 2013; Hernández *et al.*, 2014; Hernández *et al.*, 2013; Pacheco *et al.*, 2016; Said *et al.*, 2017; Torres y Colorado, 2017), **Occidente** en color azul (Arango *et al.*, 2020; Arboleda *et al.*, 2016; Vargas,

2014; Gamarra, 2016; Gómez, 2016; González, 2014; González *et al.*, 2017; Grisales, 2018; Londoño, 2016; Lozano, 2014; Morales, 2013; Parra y Villada, 2014; Ramos, 2018; Vélez, 2018) **Oriente** en color verde (Brito, 2013; Lemus *et al.*, 2018; Ortiz, 2017; Parra, 2012; Plata, 2016; Restrepo, 2015) y **Sur** en color naranja (Anaya *et al.*, 2016; Builes, 2015; Carabalí *et al.*, 2018; Henao y González, 2014; Hernández *et al.*, 2013; Martínez, 2019; Martínez *et al.*, 2015; Mejía, 2014; Henao, 2014; Parra, 2012; Sotelo y Ordóñez, 2016).

La figura 1 muestra el mapa de la distribución de los CIER en el país, mientras que la figura 2 presenta el comparativo de las regiones de implementación para las propuestas (incluyendo los dos artículos que evaluaron las concepciones sobre ciencia y tecnología) y los programas y proyectos.

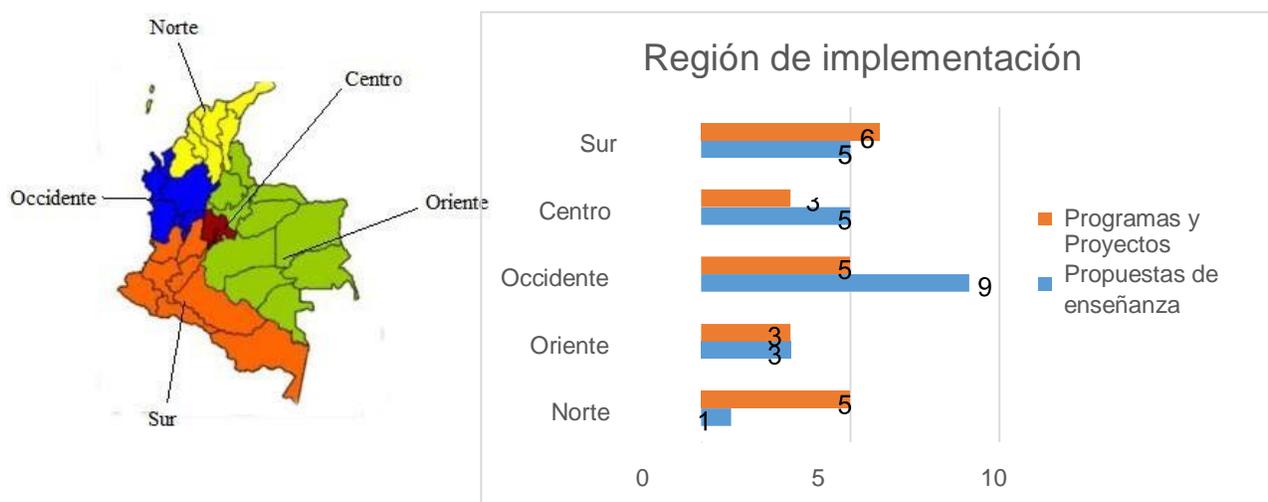


Figura 1. Mapa de distribución de los CIER.  
Fuente: MEN

Figura 2. Número de artículos por región de procedencia

En cuanto a la población intervenida, de las propuestas de enseñanza y de los trabajos enfocados en analizar las concepciones sobre ciencia y tecnología, 21 estuvieron dirigidos a atender los estudiantes (Alarcón, 2015; Barrios, 2015; Estrada y Cantero, 2013; Gamarra, 2016; Gómez, 2016; Grisales, 2018; Henao, 2014; Henao y González, 2014; Lemus *et al.*, 2018; Londoño, 2016; Mejía, 2014; Morales, 2013; Ortiz, 2017; Parra, 2012; Parra y Villada, 2014; Ramos, 2018; Restrepo, 2015; Ruiz-Macías y Duarte, 2018; Sotelo y Ordóñez, 2016; Sterling, 2019; Triviño, 2018); uno de ellos abordó la población de docentes (Ruiz *et al.*, 2009) y cinco se dirigieron a población mixta (Arango *et al.*, 2020; Carabalí *et al.*, 2018; González *et al.*, 2017; Henao y González, 2014; Hernández *et al.*, 2014)

De acuerdo con la información anterior, prevalecen los estudios enfocados a la población de estudiantes, en comparación con los estudios dirigidos a los docentes, dado que la mayoría de trabajos son propuestas didácticas para el uso de las TIC en las escuelas rurales. Si bien estas propuestas brindan aportes para la enseñanza de las ciencias en la escuela rural mediante el uso de las TIC, es importante que trasciendan la etapa piloto y se evalúe su impacto a través del tiempo (Galvis, 2014). En este sentido, en la propuesta de Arango *et al.* (2020), además de trabajar con los estudiantes, también se incluye a los docentes para que estos den continuidad a las actividades realizadas, con el fin de evaluar su impacto con el tiempo; aunque reconocen que se presentaron actitudes de rechazo por parte de algunos profesores. En cuanto a este aspecto, Ramírez y Gutiérrez (2018) afirman que la formación de maestros rurales se vuelve relevante en la medida en que son ellos los llamados a darle sentido a estos territorios, por lo que es importante que aumenten las investigaciones que aborden la población de maestros.

En el caso de los trabajos que abordaron los programas y proyectos, la mayoría están dirigidos a la formación de la población docente (Anaya *et al.*, 2016; Anaya *et al.*, 2012; Builes, 2015; Cárdenas y Tovar, 2011; González *et al.*, 2017; Hernández *et al.*, 2013; Lozano, 2014; Martínez, 2019; Martínez *et al.*, 2015; Mora, 2015; Pacheco

*et al.*, 2016; Pedró *et al.*, 2014; Poveda, 2014; Said *et al.*, 2017; Torres y Colorado, 2017; Vargas, 2014; Vélez, 2018), a excepción del programa Ondas Colciencias (Arboleda *et al.*, 2016; Gamarra, 2016; Plata, 2016), el programa “Escuela café” (Ávila, 2017), Smart Town (Restrepo, 2015) y telesecundaria (Brito, 2013); que son propuestas pedagógicas y metodológicas que propician espacios para que niños y jóvenes realicen investigaciones sobre problemas reales de su propio contexto. La tendencia de los programas y proyectos para privilegiar la formación docente puede ir en concordancia con lo que establecen Pedró *et al.* (2014), en el marco del proyecto C4, al afirmar que existe un consenso entre los analistas de políticas educativas, en cuanto a que, para satisfacer las demandas de las instituciones educativas, será necesario repensar la manera en que los profesores diseñan y ejecutan sus estrategias de enseñanza.

En lo que se refiere a la delimitación contextual de las propuestas de enseñanza y los trabajos sobre las concepciones de ciencia y tecnología, ocho trabajos fueron dirigidos a la educación preescolar y/o básica primaria (Gamarra, 2016; González, 2014; Grisales, 2018; Londoño, 2016; Ortiz, 2017; Parra, 2012; Parra y Villada, 2014; Ruiz *et al.*, 2009); ocho a la básica secundaria (Gómez, 2016; González *et al.*, 2017; Henao, 2014; Henao y González, 2014; Hernández *et al.*, 2014; Londoño, 2016; Ramos, 2018; Sterling, 2019); ocho se centraron en la educación media (Alarcón, 2015; Estrada y Cantero, 2013; Mejía, 2014; Morales, 2013; Restrepo, 2015; Ruiz-Macías y Duarte, 2018; Sotelo y Ordóñez, 2016; Triviño, 2018); un trabajo abordó tanto la educación básica secundaria como la media (Carabalí, *et al.*, 2018); y otro de ellos fue realizado con población desescolarizada (Arango *et al.*, 2020). En otro de los trabajos no se especifica el nivel de escolaridad (Estrada y Cantero, 2013). La figura 3 representa el número de artículos por nivel educativo.

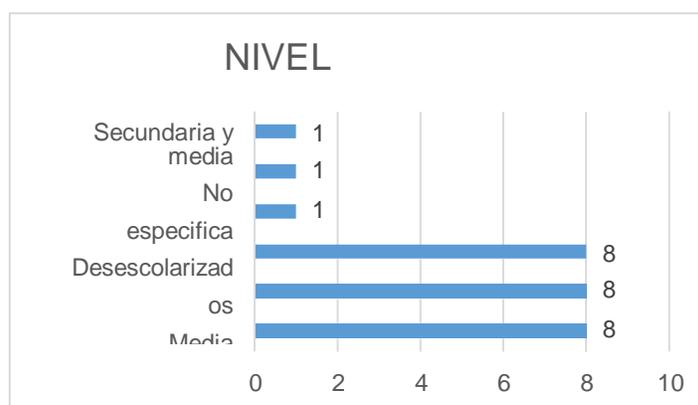


Figura 3. Número de artículos por nivel educativo

Con base en los datos de la figura 1, no se presenta diferencias en el número de artículos por cada nivel educativo; sin embargo, Arias (2017) afirma que la cantidad de matrículas en las escuelas rurales disminuye a medida que se asciende en el grado de escolaridad, por lo que se reduce el número de estudiantes en los niveles de educación media. Esta situación puede ir en concordancia con lo planteado por Ospina (2019), al determinar que los jóvenes migran e integran diferentes caminos para generar ingresos, abandonando así la educación.

La tabla 6 sintetiza los factores contextuales para las propuestas de enseñanza, incluyendo también los artículos que evaluaron las concepciones sobre ciencia y tecnología, mientras que la tabla 7 resume los resultados de los trabajos relacionados con los programas y proyectos, sin tener en cuenta el nivel educativo; ya que la mayoría son programas de capacitación a docentes sin importar el nivel de escolaridad.

Tabla 6. Factores contextuales de las propuestas de enseñanza

Trabajos	Factores contextuales		
	Región de procedencia	Nivel Educativo	Población Intervenido
Henao y Gonzalez (2014)	Sur	Básica secundaria	Estudiantes
Morales (2013)	Occidente	Media	Estudiantes
Ruiz-Macías y Duarte (2018)	Centro	Media	Estudiantes
Arango <i>et al.</i> (2020)	Occidente	desescolarizados	Profesores, niños, adolescentes desescolarizados
Carabalí <i>et al.</i> (2018)	Sur	Básica secundaria y media	Estudiantes y profesores
Sotelo y Ordóñez (2016)	Sur	Media	Estudiantes
Ortiz (2017)	Oriente	Básica primaria	Estudiantes
Grisales (2018)	Occidente	Básica primaria	Estudiantes
Ruiz <i>et al.</i> (2009)	Centro	Básica primaria	Profesores
Sterling (2019)	Centro	No específica	Estudiantes
Gamarra (2016)	Occidente	Básica primaria	Estudiantes
Parra y Villada (2014)	Occidente	Básica primaria	Estudiantes
Mejía (2014)	Sur	Media	Estudiantes
Henao (2014)	Sur	Básica secundaria	Estudiantes
González (2014)	Occidente	Básica primaria	Estudiantes
Sotelo y Ordóñez (2016)	Occidente	Básica secundaria	Estudiantes
Ramos (2018)	Occidente	Básica secundaria	Estudiantes
Londoño (2016)	Occidente	Básica primaria	Estudiantes
Alarcón (2015)	Centro	Media	Estudiantes
Lemus <i>et al.</i> (2018)	Oriente	Básica secundaria	Estudiante
Barrios (2015)	Centro	Básica secundaria	Estudiantes
Estrada y Cantero (2013)	Norte	No específica	Estudiantes
Gómez (2016)	Occidente	Secundaria	Estudiantes
González <i>et al.</i> (2017)	Occidente	Secundaria	Estudiantes y profesores
Parra (2012)	Sur	Primaria	Estudiantes
Restrepo (2015)	Centro	Media	Estudiantes
Triviño (2018)	Centro	Media	Estudiantes

Tabla 7. Factores contextuales de los programas y proyectos

<b>Proyecto</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Región (es)</b>	<b>Población intervenida</b>
Computadores para Educar	Capacitación a docentes, Dotación y de manufactura	Norte, Occidente y Sur	Docentes
Raíces de aprendizaje Móvil	Acceso a contenidos digitales	Occidente y Sur	Docentes y estudiantes
Centros de Innovación Educativa Regional	Capacitación docente y acceso a recursos digitales	Norte y Sur	Docentes
Programa Ondas-Colciencias	Acompañamiento a docentes, estudiantes y padres de familia.	Centro y Occidente	Docentes y estudiantes
Proyecto C4 Ciencia y Tecnología para Crear, Colaborar y Compartir	Caracterización, acompañamiento, capacitación y socialización de experiencias a profesores.	Centro	Docentes
Programa de formación en TIC para el fortalecimiento de las competencias básicas en ciencia y tecnología	Formación a docentes	Sur	Docentes
Escuela Café	Acompañar a docentes, estudiantes y comunidad para la elaboración de proyectos productivos en torno al café.	Occidente	Docentes y estudiantes

A continuación se describen los factores teóricos y metodológicos de las propuestas de enseñanza, programas y proyectos.

Con respecto al enfoque de investigación, la mayoría de trabajos se ubica en la perspectiva cualitativa en la que se encuentran modelos como la investigación- acción (Builes, 2015; Vargas, 2014; Gamarra, 2016; Hernández et al., 2014; Martínez et al., 2015; Parra, 2012; Torres y Colorado, 2017); la investigación descriptiva (Cárdenas y Tovar, 2011; Estrada y Cantero, 2013; Hernández et al., 2013); de tipo exploratoria e interpretativa (Arboleda et al., 2016; Barrios, 2015; Lemus et al., 2018; Ruiz-Macías y Duarte, 2018; Ruiz et al., 2009); estudio de caso (Alarcón, 2015; Brito, 2013; Parra y Villada, 2014) hermenéutica (Lozano, 2014;

Mejía, 2014); etnográfico (Ávila, 2017; González et al., 2017; Martínez, 2019). Algunos trabajos se diseñaron con un enfoque cuantitativo, haciendo uso de modelos descriptivos (Said et al., 2017); cuasi-experimentales (Grisales, 2018; Henao y González, 2014; Morales, 2013; Ramos, 2018; Sotelo y Ordóñez, 2016) y pre-experimental (Henao, 2013; Ortiz, 2017). Así mismo, tres se diseñaron con enfoques mixtos (Gómez, 2016; González, 2014; Triviño, 2018). Por último, once artículos no especificaron el enfoque de investigación (Anaya et al., 2016; Arango et al., 2020; Carabalí et al., 2018; Londoño, 2016; Mora, 2015; Pacheco et al., 2016; Pedró et al., 2014; Plata, 2016; Restrepo, 2015; Ruiz-Macías y Duarte, 2018; Sotelo y Ordóñez, 2016; Sterling, 2019; Vélez, 2018) La figura 4 sintetiza estos resultados.

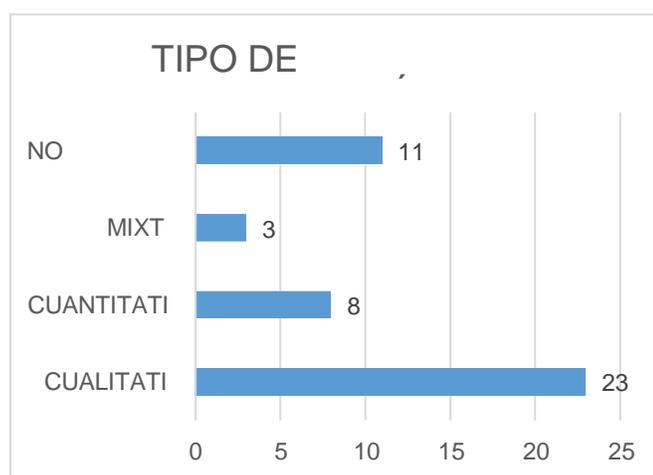


Figura 4. Número de artículos por enfoque de investigación

De acuerdo con los datos de la figura 4, se observa una inclinación por las investigaciones con metodologías cualitativas. Los trabajos que se abordaron desde este paradigma argumentaron que esta perspectiva permitía tener una mejor comprensión de la realidad en cuanto a su construcción social (Hernández *et al.*, 2014); les permite entender las interacciones y los significados que se tejen en un contexto particular en el que se desenvuelven sus costumbres y estilos de vida (Gamarra, 2016; Ruiz *et al.*, 2009). Estas ideas son compatibles con el enfoque territorial de la nueva ruralidad, donde se promueven visiones no universalistas ni generalizadas. En este sentido, aunque en estos trabajos no se habla de manera explícita sobre el enfoque territorial de la nueva ruralidad, se pueden inferir elementos implícitos en los trabajos de Carabalí *et al.* (2018) y Sterling (2019), al abordar propuestas diseñadas para que los estudiantes pongan sus conocimientos en acción, con actividades alusivas a su contexto por medio de la construcción de las granjas escolares. Así mismo, en el trabajo de Arango *et al.* (2020), se utiliza la robótica educativa en un contexto minero, para que los estudiantes y docentes beneficiados con la iniciativa pudieran buscar soluciones a las problemáticas propias del contexto.

De igual manera, el abordaje que hacen algunos autores sobre el enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) brinda importantes elementos sobre la necesidad de considerar la enseñanza de las ciencias tomando los aportes del enfoque territorial de la nueva ruralidad. Por ejemplo, el trabajo de Mejía (2014), quien describe en el marco teórico la necesidad de considerar las implicaciones sociales de los conocimientos de la ciencia y la tecnología para atender a las problemáticas del contexto. Así mismo, el trabajo de Ruiz *et al.* (2009), indaga por las concepciones de los maestros rurales acerca de las relaciones CTS; donde los autores reconocen que no se puede hablar de ciencia y tecnología sin hacer referencia a las necesidades del contexto; sin embargo, en los profesores que participaron de la investigación se identificaron visiones de una ciencia alejada de estas necesidades.

Dentro de las propuestas didácticas se privilegia el constructivismo, con referentes teóricos como Vygotsky (Parra y Villada, 2014); Ausubel (Arango *et al.*, 2020; Henao y González, 2014; Ruiz-Macías y Duarte, 2018); Novak y Hanesian (Ortiz, 2017). En otros trabajos (Carabalí *et al.*, 2018; Gómez, 2016; Grisales, 2018; Morales, 2013; Ramos, 2018), si bien se habla en el marco teórico sobre el constructivismo, no se hace referencia explícita al referente teórico, por lo que se da una breve descripción de sus características, sin un abordaje profundo y sin contemplar las implicaciones para el análisis de la información.

Otros trabajos describen en sus marcos teóricos aspectos pedagógicos sobre las metodologías activas con la Tecnología Educativa, sin especificar un referente particular; como en el caso del enfoque CTS (Hernández *et al.*, 2014; Mejía, 2014; Ruiz *et al.*, 2009); el modelo instruccional ASSURE (Analyze learners, State Objectives, Select media and materials, Utilize media and materials, Require learner participation and evaluate and revise) (Gamarra, 2016); el modelo STEM (Sterling, 2019); Modelo de aula invertida (Triviño, 2018); Investigación como Estrategia Pedagógica (IEP) (Arboleda *et al.*, 2016; Plata, 2016); Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) (Pacheco *et al.*, 2016); elaboración de Materiales Educativos Computarizados (MEC) (Galvis, 1992) y referentes desde la perspectiva de Pedagogías Críticas y la Cultura Libre (Sandra Anaya *et al.*, 2019; Ávila, 2017).

En los demás trabajos (Alarcón, 2015; Barrios, 2015; Brito, 2013; Cárdenas y Tovar, 2011; Estrada y Cantero, 2013; Galvis, 2014; González *et al.*, 2017; Henao y González, 2014; Hernández *et al.*, 2013; Lemus *et al.*, 2018; Londoño, 2016; Lozano, 2014; Martínez, 2019; Martínez *et al.*, 2015; Mora, 2015; Parra, 2012; Pedró *et al.*, 2014; Restrepo, 2015; Said *et al.*, 2017; Sotelo y Ordóñez, 2016; Torres y Colorado, 2017; Vargas, 2014; Vélez, 2018), no fue posible identificar un marco teórico claro que orientara la investigación o los programas y proyectos; ya sea porque no se incluía en el trabajo o por la descripción superficial de muchos elementos, en algunos casos sin una integración entre ellos. Al respecto, Cisterna (2005) afirma que es indispensable que el marco teórico no se quede sólo como un “enmarcamiento bibliográfico”, sino como una base para el proceso de construcción de conocimiento

mediante la triangulación de estos referentes y los resultados obtenidos en el trabajo de campo.

En los trabajos que no se especificó el enfoque de investigación, se hizo mayor énfasis en la descripción de los recursos y las actividades, como en el caso de Carabalí *et al.* (2018), donde se hace una propuesta agro-didáctica en la enseñanza de la bioestadística mediada por TIC. En este trabajo el marco teórico, la metodología y los resultados hacen mayor énfasis en el cultivo de hortalizas, que en el aprendizaje de los estudiantes. Así mismo, en Sterling (2019), si bien se hace una descripción en los resultados sobre los beneficios del ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) con el uso de SAD (Sistemas de Adquisición de Datos), no hay un abordaje teórico-pedagógico para analizar el aprendizaje de los estudiantes con el uso de los SAD.

La mayoría de los trabajos en los que no se identificó un referente teórico claro fue en los relacionados con los programas y proyectos. En muchos de ellos se hacía referencia al marco legal, desde las directrices del MEN, en cuanto a la formación de maestros, sin considerar los referentes pedagógicos que pudieran orientar el uso de las TIC en la escuela rural para la enseñanza de las ciencias.

En relación con la disciplina, en las propuestas de enseñanza se abordaron temáticas de Biología, tales como Reproducción de Seres Vivos (Bonilla, 2013; Henao y González, 2014); Medio Ambiente (Arango *et al.*, 2020; Gamarra, 2016; Lemus *et al.*, 2018; Lozano, 2014); Nutrición (Ramos, 2018) y Botánica (Carabalí *et al.*, 2018; Estrada y Cantero, 2013; González *et al.*, 2017). En Química se abordaron temas de Solución (Morales, 2013); Polielectrolitos (Triviño, 2018); Propiedades de la Materia (González, 2013; Grisales, 2018); Estructura Atómica, Reacciones y Enlace Químico (Gómez, 2016; Londoño, 2016; Mejía, 2014). En física se abordaron temáticas de Oscilaciones y Ondas (Sotelo y Ordóñez, 2016; Ruiz-Macías y Duarte, 2018); Electrónica y Robótica (Arango *et al.*, 2020; Sterling, 2019); fuerza y energía (Parra y

Villada, 2014). Cinco trabajos no especificaron la temática abordada, sino que hablaron de la ciencia en general (Hernández *et al.*, 2014; Ortiz, 2017; Parra, 2012; Restrepo, 2015; Ruiz *et al.*, 2009). En la figura 5 se representan estos resultados.

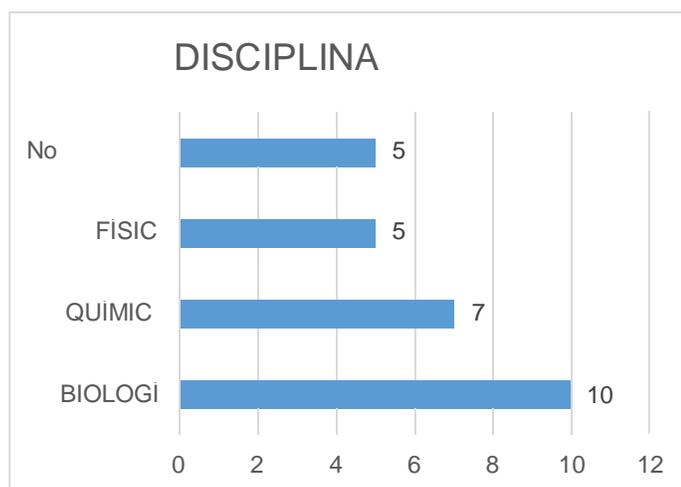


Figura 5. Número de artículos por disciplina abordada

Con base en la gráfica 5 se observan pocos trabajos que abordaron temas de la física, en comparación con la química y la biología, siendo este último el que representa mayor número de investigaciones. Al respecto, Redondo (2005) afirma que la física y la química han sido poco valoradas, debido a que la enseñanza y el aprendizaje de estas materias requieren un poco más de esfuerzo y son causa del fracaso escolar; Sin embargo, López y Morcillo (2007) sostienen que las investigaciones en el campo de la biología son menores, con respecto a la física y la química, debido a los escasos recursos virtuales, tales como simulaciones. Específicamente en la escuela rural, Lanchero (2017) identifica algunas ideas de los docentes que dificultan el abordaje de la física en estos territorios, como por ejemplo el hecho de no poseer laboratorios con “aparatos”, como microscopios y demás, para acercarse a la actividad científica. Como se discutió en el marco teórico, estas ideas dan una visión distorsionada de la ciencia al considerar que, para su construcción, sólo

se necesita de un espacio cerrado, aislado y mediante el seguimiento riguroso del método científico (Ruiz *et al.*, 2009).

Por otro lado, de acuerdo a los recursos TIC utilizados en las propuestas didácticas, prevalecen aquellas que promueven la creación de EVA (Entornos Virtuales de Aprendizaje) y recursos multimedia para el acceso a los contenidos de trabajo. Estos Entornos propuestos en las unidades de análisis, son diseñados con recursos multimedia en varias modalidades: con el uso de *eXe Learning* (Henaó, 2014; Henaó y González, 2014); *Power Point* (Parra y Villada, 2014); Sistemas de Gestión de Aprendizaje (LMS por sus siglas en inglés) como el *dotLRN* y MOODLE (Gamarra, 2016; González *et al.*, 2017; Restrepo, 2015; Sotelo y Ordóñez, 2016) *Software* Educativo como *Jclíc* (González, 2014); Blogs, redes sociales, correo electrónico y material audio visual (Alarcón, 2015; Barrios, 2015; Hernández *et al.*, 2014; Lemus *et al.*, 2018; Lozano, 2014; Triviño, 2018); *Wiki* (Mejía, 2014); diseño de páginas web en la plataforma de *Wix* (Ruiz-Macías y Duarte, 2018) y Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA), con materiales explicativos y de evaluación (Gómez, 2016; Grisales, 2018; Londoño, 2016; Ramos, 2018). Además, se identificó el uso de laboratorios virtuales (Morales, 2013); *Software* MINITAB, CmapTools y Excel para la interpretación y representación de información (Carabalí *et al.*, 2018; Ortiz, 2017); dispositivos electrónicos con tecnología Arduino y robótica educativa (Arango *et al.*, 2020; Sterling, 2019) y M-learning (Estrada y Cantero, 2013; Parra, 2012).

Así mismo, los artículos que evaluaron las concepciones sobre ciencia y tecnología (Hernández *et al.*, 2014; Ruiz *et al.*, 2009), también reportaron preferencias por el uso de programas ofimáticos y recursos multimedia para presentar el contenido de las ciencias.

Los EVA han tomado gran importancia para disminuir las desigualdades con respecto al uso de la tecnología en las zonas apartadas de los sectores urbanos. De

acuerdo con Gómez, Bernal y Meddrano (2015), los EVA implican la disposición de circunstancias físicas, sociales, económicas, culturales, psicológicas, entre otras que permiten (o dificultan) el aprendizaje. De aquí que el papel del docente y de la tecnología no se debe basar en la transmisión de conocimientos, sino en transformar el aula mediante la dotación tecnológica, en cuanto a *Hardware* y *Software* para el desarrollo de habilidades y competencias como la autonomía, el trabajo en equipo, la investigación, el uso responsable de las TIC y de solución de problemas desde contextos reales.

Desde esta perspectiva, aunque estos trabajos incorporan nuevas estrategias para promover el uso de las TIC, persisten tendencias transmisionistas en las que sólo se da un cambio en el escenario. Entre estos, el trabajo de Henao y González (2014), donde se diseñó una plataforma virtual para apoyar las guías físicas en el modelo escuela nueva; sin embargo, estas plataformas se utilizaron sólo para cambiar la forma en la que se presentan los contenidos.

Por otro lado, entre los trabajos que diseñaron ambientes de aprendizaje, algunos autores (Henao y González, 2014; Hernández *et al.*, 2014) reportaron dificultades en la implementación debido a fallas de conexión, situación que hace visible el estado de aislamiento que persiste en algunas escuelas rurales de Colombia. Sin embargo, en Grisales (2018), se tuvo en cuenta esta dificultad, por lo que las actividades se diseñaron en una plataforma con funcionamiento *offline*.

Otro aspecto importante para destacar es que sólo dos trabajos (Carabalí *et al.*, 2018; Sterling, 2019) hicieron uso de sistemas de adquisición y análisis de información. Estos recursos se están incorporando en la enseñanza de las ciencias en el contexto escolar, ya que facilitan la recolección, la representación y el análisis de la información (Cardona y López, 2017; Pontes, 2005) No obstante, el número de trabajos con el uso de SAD se corresponde con las dificultades para la implementación de estos dispositivos en las escuelas rurales por factores asociados a la falta de recursos, capacitación docente y el tiempo necesario para que, tanto maestros como estudiantes, comprendan el funcionamiento de estos dispositivos.

Desde lo expuesto en el marco teórico, en los trabajos seleccionados hay preferencias en cuanto al uso de recursos tecnológicos de carácter general, en comparación con aquellos de carácter específico para la enseñanza de las ciencias. En concordancia con los investigadores que realizaron estas propuestas, la tabla 1 presentada en el marco teórico muestra que estos recursos fomentan el trabajo colaborativo, el trabajo autónomo, la indagación, la comunicación y el acceso a la información; sin embargo, es importante incluir en el aula los recursos de propósito específico para la enseñanza de las ciencias, con el fin de que los estudiantes comprendan los procesos de construcción del conocimiento y el desarrollo de habilidades científicas como son la observación, recolección de datos, tratamiento y representación de la información para la solución de problemas y la toma de decisiones alusivas al contexto (Azcaray; 2019; Collazos y Castrillón, 2019; Massei *et al.*, 2019).

En la tabla 8 se presenta la clasificación de los recursos utilizados en las propuestas de enseñanza y en los artículos que evaluaron las concepciones de ciencia y tecnología en las escuelas rurales, de acuerdo a si obedecen a propósitos generales o específicos de la enseñanza de las ciencias.

Tabla 8. Clasificación de las propuestas de enseñanza según los recursos TIC implementados

	Recursos TIC	Autores
Recursos de propósito general	Herramientas ofimáticas	Ortiz (2017); Parra y Villada (2014); Hernández <i>et al.</i> (2014); Ruiz <i>et al.</i> (2009); Triviño (2018)
	Páginas web, Gestores de correo electrónico, Ambientes virtuales de aprendizaje	Alarcón (2015); Barrios (2015); Henao (2014); Carabalí <i>et al.</i> (2018); Gamarra (2016); Gómez (2016); González (2014); Grisales (2018); González <i>et al.</i> (2017); Henao y González (2014); Lemus <i>et al.</i> (2018); Londoño (2016); Mejía (2014); Ramos (2018); Ruiz-Macías y Duarte (2018); Sotelo y Ordóñez (2016); Restrepo (2015)
Recursos de propósito específicos para la enseñanza de las ciencias	Simulaciones	Morales (2013); Ruiz-Macías y Duarte (2018)
	Sistemas de Adquisición de datos	Carabalí <i>et al.</i> (2018); Sterling (2019)
	Robótica y realidad aumentada	Arango <i>et al.</i> (2020)
	M-Learning	Estrada y Cantero (2013); Parra (2012)

En cuanto a los trabajos que abordaron programas y proyectos, se pudo identificar la implementación de proyectos agropecuarios con Sistemas de Adquisición de Datos (Ávila, 2017; Plata, 2016); comunidades y ambientes virtuales de aprendizaje (Anaya *et al.*, 2016; Cárdenas y Tovar, 2011; Vargas, 2014; González *et al.*, 2017; Hernández *et al.*, 2013; Herrera *et al.*, 2014; Lozano, 2014; Martínez, 2019; Martínez *et al.*, 2015; Mora, 2015; Pacheco *et al.*, 2016; Rueda, 2014; Torres y Colorado, 2017; Vélez, 2018); robótica educativa (Plata, 2016; Restrepo, 2015); recursos audiovisuales (Brito, 2013) y aprendizaje móvil (Estrada y Cantero, 2013; Parra y Villada, 2014).

En la tabla 9 se hace la clasificación de los proyectos, de acuerdo al tipo de TIC que utilizan, si de propósito general o específico para la enseñanza de las ciencias. Algunos programas aparecen en varios campos, ya que utilizan recursos de carácter general y específico.

Tabla 9. Clasificación de los programas y proyectos según los recursos TIC implementados

	Recursos TIC	Proyectos
Recursos de propósito general	Herramientas ofimáticas	Computadores Para Educar, Programa de formación en TIC para el fortalecimiento de las competencias básicas en ciencia y tecnología, Ondas-Colciencias, Proyecto C4, Escuela Café, Centros de Innovación Educativa Regional
	Páginas web, gestores de correo electrónico, Ambientes Virtuales de Aprendizaje	Escuela Café
	Sistemas de Adquisición de Datos	Raíces de Aprendizaje Móvil
Recursos de propósito específico para la enseñanza de las ciencias	M-Learning	Ondas Colciencias, Proyecto C4
	Robótica y Realidad Aumentada	C4

Con base en la tabla 9, al igual que en las propuestas de enseñanza, se privilegia el uso de las TIC para la construcción de ambientes virtuales de aprendizaje en las escuelas rurales, los cuales corresponden a recursos de propósito general, siendo pocos aquellos de carácter específico de las ciencias. De acuerdo con Anaya *et al.* (2016), la idea de la construcción de estos ambientes virtuales de aprendizaje mediante la construcción de MEC, es la de implicar la intervención de diversos actores de la comunidad educativa con el fin de trabajar de manera colaborativa en la construcción del conocimiento y la comprensión de la realidad y las problemáticas sociales.

Sin embargo, en la práctica se presentan otras realidades, puesto que como expresan varios docentes en el trabajo de indagación sobre el impacto del programa “Computadores para Educar” de Torres y Colorado (2017), muchas veces se llevan estas iniciativas a los colegios sin hacer un estudio previo de los contextos; aunque el programa plantea que una de sus fases es el diagnóstico para identificar amenazas, fortalezas, debilidades y oportunidades. Al respecto, los docentes encuestados expresaron ideas de insatisfacción puesto que se presentaban propuestas que necesitaban del uso de internet, pero en las instituciones no había conectividad. De igual manera manifestaban que los problemas se tenían que sortear sobre la marcha del programa, precisamente por la falta de conocimiento de las necesidades de la institución. En este mismo sentido, Said *et al.* (2017) afirman que el uso de estos recursos se limita sólo al acceso a la información, dejando a un lado los aspectos contextuales y la interacción del estudiante con su entorno.

La información anterior se sintetiza en la tabla 10, en la que se tienen en cuenta los factores teóricos y metodológicos de las propuestas de enseñanza y los trabajos en los que se evalúan las concepciones sobre ciencia y tecnología. No se incluyen los trabajos relacionados con los programas y proyectos, ya que la mayoría de estos no incluye el enfoque metodológico y el marco teórico.

Tabla 10. *Factores teóricos y metodológicos de las propuestas didácticas*

<b>Trabajos</b>	<b>Enfoque</b>	<b>Referente teórico</b>	<b>Recursos TIC</b>
Henao y Gonzalez (2014)	Cuantitativo	Constructivismo Aprendizaje significativo	Recursos multimedia ( <i>eXe Learning</i> )
Morales (2013)	Cualitativo	constructivismo	Laboratorio virtual <i>Crocodile chemistry</i>

Hernández <i>et al.</i> , (2014)	Cualitativo	No especifica	Diapositivas, recursos audiovisuales, tablero digital, proyector multimedia, animaciones, imágenes, juegos interactivos
Arango <i>et al.</i> (2020)	Cualitativa	Constructivismo	Inteligencia artificial y robótica educativa
Ruiz-Macías y Duarte (2018)	No especifica	Constructivismo Aprendizaje significativo	Recursos multimedia (plataforma <i>Wix con Laboratorios virtuales En simulaciones Phet</i> )
Carabalí <i>et al.</i> (2018)	No especifica	Constructivismo Trabajo cooperativo	<i>Software</i> MINITAB Excel
Sotelo y Ordóñez (2016)	Cuantitativo	No especifica	Recursos multimedia ( <i>dotLRN</i> )
Grisales (2018)	Cuantitativo	constructivismo	Recursos multimedia
Ortiz (2017)	Cuantitativo	Constructivismo	<i>Cmap Tools</i>
Sterling (2019)	No especifica	No especifica	Dispositivos electrónicos con tecnología arduino
Gamarra (2016)	Cualitativo	No especifica	Recursos multimedia ( <i>MOODLE</i> )
Parra y Villada (2014)	Cualitativo	Socio- constructivismo	Recursos multimedia ( <i>Power Point</i> )
Mejía (2014)	Cualitativo	No especifica	Recursos multimedia

			(Wiki)
Henao (2014)	Cuantitativo	No especifica	Recursos multimedia ( <i>eXe Learning</i> )
González (2014)	Mixto	No especifica	Recursos multimedia ( <i>Jclie</i> )
Gómez (2016)	Mixta	constructivismo	Recursos multimedia ( <i>Power Point</i> , con simuladores)
Ramos (2018)	Cuantitativo	constructivismo	Recursos multimedia (HTML 5 y JAVA SCRIPT)
Londoño (2016)	No especifica	Constructivismo	Recursos multimedia ( <i>eXe Learning</i> )
Alarcón (2015)	Cualitativo	Constructivismo	Recursos multimedia con laboratorios virtuales, redes sociales y recursos ofimática
Lemus <i>et al.</i> (2018)	Cualitativo	No especifica	Recursos multimedia
Barrios (2015)	Cualitativa	Socio constructivismo y aprendizaje significativo	Recursos multimedia
Estrada y Cantero (2013)	Cualitativa	No especifica	M-Learning
González <i>et al.</i> (2017)	Cualitativa	No especifica	Recursos multimedia
Parra (2012)	Cualitativa	No especifica	M-Learning
Restrepo (2015)	No especifica	No especifica	Recursos multimedia
Ruiz <i>et al.</i> (2009)	Cualitativa	No especifica	No aplica

#### **4.2. Aporte de la producción científica, programas y proyectos a una visión crítica de la enseñanza de las ciencias mediante el uso de TIC en las escuelas rurales de Colombia**

En concordancia con el marco teórico se presentan a continuación los resultados sobre el aporte de la producción científica para promover una visión crítica de la enseñanza de las ciencias con el uso de las TIC en las escuelas rurales de Colombia, y en concordancia con la metodología descrita, donde se definieron factores para orientar el análisis de los trabajos encontrados. Estos factores corresponden a algunos principios de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico propuesto por Moreira (2005).

De los 11 principios propuestos por este autor, se retomaron 3 para los objetivos de esta investigación, centrando el interés en aquellos principios conceptuales, pedagógico-didácticos y epistemológicos que den cuenta cómo, desde la enseñanza, se puede propiciar el Aprendizaje Significativo Crítico de las ciencias con el uso de las TIC.

En la tabla 11 se relacionan los principios en términos del aporte para los objetivos de la presente investigación; presentándose posteriormente el análisis de cada uno de ellos.

Tabla 11. *Factores de análisis para el favorecimiento de una visión crítica de la enseñanza de las ciencias*

<b>Principio epistemológico</b>	Aporte a la comprensión de la incertidumbre del conocimiento
<b>Principio pedagógico-didáctico</b>	Aporte a la diversidad de materiales y estrategias de enseñanza
<b>Principio conceptual</b>	Aporte a la interacción social y a la formulación de preguntas

Depende las percepciones y preguntas que cada persona se hace sobre el mundo

#### *4.2.1 Aporte a la comprensión de la incertidumbre del conocimiento*

Asumir que el conocimiento no está fundamentado por verdades absolutas y eternas, puesto que los conceptos, definiciones y leyes de la ciencia dependen de las percepciones y preguntas que cada persona se hace sobre el mundo, es la manera en que se aprenden significativamente esos conceptos, esas leyes y esas definiciones. Comprender que los conceptos de la ciencia fueron inventados para responder cuestiones en un contexto, y que otras definiciones alternativas pudieron haber surgido, es entender que la ciencia es incierta por ser una construcción humana.

No obstante, como lo plantea Moreira (2010) este principio no hace referencia a que cualquier conocimiento es válido, sino que resalta el hecho de que la ciencia es un constructo humano, por lo cual puede ser refutada o reestructurada, de acuerdo a nuevas observaciones. La importancia de este principio es el reconocimiento de que la ciencia no es estática y que, al contrario, es dinámica al estar en constante construcción; además es local, temporal y limitada, ya que responde a los cuestionamientos que cada cultura se hace.

Como ya se mencionó en el marco teórico, todas estas consideraciones están en concordancia con el enfoque territorial de la nueva ruralidad, mediante el cual se puede orientar la enseñanza de las ciencias, con el fin de responder a las necesidades de cada territorio. Desde esta perspectiva, valorar los aportes para la comprensión de la incertidumbre del conocimiento es analizar la pertinencia de cada investigación para dar posibles soluciones a las problemáticas sociales. Por lo tanto, se debe llevar al estudiante a reconocer que la ciencia y la tecnología son, en gran medida, determinados por la cultura y, a la vez, los avances tecnológicos y científicos impactan el entorno social. Así mismo, deben llevar a la comprensión de que la ciencia no es neutral, sino que obedece a intereses particulares.

Con base en las ideas anteriores, al indagar en las unidades de análisis, relacionadas con propuestas de enseñanza, se encontró un importante aporte en el trabajo de Ruiz *et al.* (2009), donde se caracterizan las concepciones de ciencia y tecnología, en un grupo de docentes de una escuela rural. Allí se plantea que la idea de la ciencia como una construcción histórica en la que se han llevado a cabo procesos creativos y de conflictos entre diferentes paradigmas, dista de las creencias que tienen los profesores de ciencias en las escuelas rurales. Una mirada de las ciencias que la reduce al método científico donde se realizan pasos que deben ser seguidos rigurosamente.

En concordancia con los autores, estas concepciones no sólo dan una visión rígida de la Ciencia, sino también limita las acciones de los docentes en cuanto a los procesos de enseñanza y el desarrollo de las experiencias de los laboratorios con el uso de guías como “recetas” que brindan pasos rígidos para comprobar o refutar las hipótesis. Los autores presentan algunos testimonios de docentes en los que se evidencian creencias aproblemáticas y ahistóricas, al afirmar que la ciencia es un cúmulo de conocimientos ya elaborados y que no requieren de una justificación de cómo estos han sido creados.

Así mismo, en cuanto a las creencias sobre la tecnología, los autores encontraron que es entendida como una aplicación de la ciencia o como parte del método científico; creencias que aluden a la tecnología como simples aparatos inertes y no como sistemas que ayudan a comprender, construir y transformar las realidades sociales en los diferentes escenarios (Ruiz *et al.*, 2009). Al respecto, Muñoz (2014) afirma que el hecho de interpretar la tecnología como una aplicación de la ciencia da una imagen lineal entre estos dos elementos y una función meramente instrumental de los recursos tecnológicos. Como consecuencia, esta visión considera que la ciencia y la tecnología son sinónimos de progreso y desarrollo; además, fomenta la idea de que el trabajo realizado por los científicos es ajeno e inmune a las demandas sociales.

Un posible indicio de favorecer la naturaleza de la ciencia, se presenta en el trabajo realizado por Carabalí *et al.* (2018), en el que se presenta una propuesta pedagógica cuya finalidad es enseñar conceptos estadísticos y biológicos, mediante la construcción de un cultivo de hortalizas. Si bien no se hace referencia explícita a la comprensión de la ciencia como construcción humana, se pueden identificar elementos que favorecen el aprendizaje de las ciencias de una manera contextualizada, al permitir a los estudiantes que construyan sus propios modelos sobre las características taxonómicas del crecimiento de las plantas, mediante la observación, la inferencia y el uso de herramientas tecnológicas para el tratamiento y representación de la información. No obstante, aún se puede evidenciar, por parte de los autores, concepciones que limitan y reducen la actividad científica, como las que se discutían en líneas anteriores, mediante expresiones como “Las actividades de campo permitieron el desarrollo de los pasos del método científico”.

De manera análoga, los trabajos de Sterling (2019) y Martínez (2014) dan un aporte a la comprensión de los procesos de construcción de los modelos científicos, puesto que, como en el caso anterior, mediante el cultivo de hortalizas (Sterling, 2019)

y la construcción de un sistema de riego (Martínez, 2014), se lleva al estudiante a que comprenda los conceptos de la ciencia, partiendo de las necesidades del contexto para que, en términos de Hodson (2013) se aprecie el impacto científico y tecnológico en situaciones de la realidad.

Otro trabajo que podríamos citar es el de Arango *et al.* (2020), donde se trabajó con profesores, niños y adolescentes en territorios de influencia minera. En esta investigación, con la mediación de la robótica educativa, los participantes pudieron trabajar activamente en la construcción del conocimiento al tratar de solucionar problemas alusivos a su entorno y evaluar los riesgos en la actividad científica y el uso de la tecnología en el impacto social. Con esta iniciativa, el objetivo de los autores fue el de superar la enseñanza tradicional y descontextualizada de la ciencia y la tecnología, para pasar a nuevas metodologías de enseñanza y de aprendizaje que le den sentido a lo que se aprende.

Por último, en el trabajo de Lemus *et al.* (2018) se presenta una estrategia pedagógica con el uso de las TIC para la creación de un ambiente virtual de aprendizaje mediante el cual los estudiantes pueden crear y socializar alternativas de solución a las problemáticas ambientales que afectan a la comunidad.

Si bien en estos trabajos se rescata el aspecto de la construcción social del conocimiento, no hay evidencia de otros aportes para la comprensión de la incertidumbre del conocimiento como por ejemplo la modelización de los conceptos científicos para entender que las teorías son idealizaciones o simplificaciones de la realidad. En este último aspecto se podrían citar aquellos trabajos en los cuales incluían recursos como las simulaciones (Alarcón, 2015; Gómez, 2016; Morales, 2013; Ruiz-Macías y Duarte, 2018), que, de acuerdo con la tabla 1 del marco teórico, ayudan a la comprensión de las ciencias, la modelación y representación de los conceptos; sin embargo, no se profundizó al respecto, ni se plantearon reflexiones sobre aspectos

epistemológicos de las ciencias en cuanto a que estos modelos son sólo representaciones aproximadas de la realidad; además tampoco se hace referencia a que estas iniciativas se hayan apoyado con actividades que llevaran a relacionar el trabajo en las simulaciones con actividades complementarias en el mundo real, con el fin de que el estudiante pudiera ver el fenómeno desde diferentes puntos de vista para contrastarlos.

En los demás trabajos (Barrios, 2015; Gamarra, 2016; Grisales, 2018; Henao, 2013; Henao y González, 2014; Hernández *et al.*, 2014; Londoño, 2016; Mejía, 2014; Morales, 2013; Ortiz, 2017; Parra y Villada, 2014; Ramos, 2018; Sotelo y Ordóñez, 2016; Triviño, 2018) no se encontraron referencias explícitas o implícitas que pudieran brindar aportes a la ciencia como modelos aproximados de la realidad. Si bien Pontes (2005) afirma que los recursos multimedia favorecen el acceso a la información y la comprensión de los conceptos de la ciencia, esta comprensión no debe estar ligada a la memorización o tratamiento de la información sin una interacción con el entorno natural del estudiante. En este sentido, los trabajos mencionados anteriormente cambian de escenario a un entorno virtual, pero con contenidos, al parecer, descontextualizados de la realidad del estudiante.

Con base en los planteamientos anteriores, se puede concluir que la producción científica relacionada con propuestas de enseñanza, brinda pocos elementos para el aporte a la incertidumbre del conocimiento, puesto que aún persisten tendencias transmisionistas en las propuestas llevadas a cabo en las escuelas rurales. Además, algunas propuestas no parten de las necesidades de cada contexto, por lo que el estudiante termina aprendiendo de memoria un conjunto de postulados que nada tiene que ver con su realidad.

Por su parte, los trabajos relacionados con programas y proyectos, se incluyen los artículos de Lozano (2014) y Builes (2015), los cuales recogieron experiencias

implementadas en las escuelas rurales de los departamentos de Antioquia y Chocó, en el marco del programa “Computadores para Educar”. En las experiencias sistematizadas encontraron iniciativas que promovían metodologías alternativas de enseñanza de las ciencias, acordes a la realidad particular de las escuelas. Desde estos proyectos de aula se posibilitó el reconocimiento de los procesos biológicos con actividades que partían de las necesidades de los estudiantes, como la construcción de huertas escolares, en donde se contó con la participación de los docentes, los estudiantes y la comunidad. Allí plasmaban los resultados con materiales audiovisuales, divulgándolos en Blogs y redes sociales, creando ambientes colaborativos de aprendizaje. De igual manera, en Torres *et al.* (2019) se presenta una propuesta de formación de maestros en la cual, además de formar en competencias TIC, se orienta a los profesores para que adquieran elementos para el análisis y la comprensión del contexto local, de manera que los recursos educativos favorezcan los aprendizajes en el accionar de los estudiantes en su cotidianidad.

En relación con el programa “Raíces de Aprendizaje Móvil”, Estrada y Cantero (2013) proponen una iniciativa en la que se diseñan ambientes de aprendizaje con tecnología móvil, mediante la codificación QR, con el fin de caracterizar la flora del contexto. En esta iniciativa se aprovechó la ubicuidad de los dispositivos móviles para llevar el aprendizaje a entornos naturales. Adicional a esto, se entabló un diálogo con personas de la tercera edad para hablar de las plantas medicinales, con el fin de recuperar la tradición oral de los antepasados y como un diálogo entre los saberes científicos y la cultura del territorio. Si bien estos elementos son importantes para la comprensión de la incertidumbre del conocimiento, se considera que faltó hacer más hincapié en estas reflexiones, en términos del diálogo entre los saberes tradicionales y los científicos, como una manera de comprender las distintas maneras de ver el mundo.

Desde este mismo programa, en Parra (2012), donde se describe la percepción de los estudiantes de grado quinto sobre los aportes a esta iniciativa, llama la atención que los autores valoren la posibilidad de contextualizar el conocimiento con los

dispositivos móviles, pero hagan afirmaciones como: “*El impacto en el aprendizaje puede medirse fácilmente en la calidad de sus talleres, tareas y evaluaciones presentadas*”. Si bien estas estrategias de evaluación pueden brindar elementos para constatar el aprendizaje conceptual, es importante considerar otros recursos para valorar si los estudiantes aprenden significativamente y de manera crítica los conceptos de la ciencia.

En los trabajos de Martínez *et al* (2015); Mora (2015); Pacheco *et al.* (2016) y Said *et al.* (2017), en el marco del proyecto “Centros de Innovación”, reconocen que el uso de la tecnología para el aprendizaje de las ciencias debe permitir flexibilidad y que garantice no sólo el acceso al conocimiento sino la posibilidad de que lo que aprenda le sea útil para comprender y resolver los problemas de su entorno. Es por esta razón que en esta iniciativa se formaron los cinco centros para las regiones de Colombia, con el fin de orientar los recursos tecnológicos para la creación de ambientes virtuales enfocados a las necesidades particulares de estas regiones. No obstante, carece de resultados concluyentes que puedan aportar a la comprensión de la incertidumbre del conocimiento.

En el marco del proyecto “Ondas-Colciencias”, Plata (2015) afirma que reconocer la pluri-diversidad de nuestras culturas, significa reconocer diferentes saberes y que hay múltiples formas de llegar al conocimiento y brindar importancia a la forma en la que se construyen los discursos. Esta idea es consecuente con algunas experiencias que se describen en el texto, donde, de acuerdo con el modelo metodológico del proyecto Ondas-Colciencias, los niños comienzan problematizando los fenómenos del mundo y recorren sus propios caminos para la construcción del conocimiento. Por ejemplo, se hace el reporte de una experiencia sobre el cultivo de papa, tomate y hongos a través de control biológico, sin uso de fungicidas ni contaminantes y otros proyectos agrícolas donde se conservó el saber histórico y ancestral, sin violentar la identidad cultural, pero aprovechando las TIC como fuente de información.

Dentro de este mismo proyecto, en Arboleda *et al.* (2016) se hace un seguimiento sobre las instituciones que han sido acompañadas con el proyecto Ondas-Colciencias, y hacen una clasificación de aquellas escuelas que son innovadoras y en las que, a pesar de estar beneficiadas con este mismo programa, no lo son. En cuanto a las primeras, los investigadores observan que los docentes toman en cuenta el conocimiento y el acervo cultural que el estudiante ya posee, así como las problemáticas del contexto, lo que permite que los contenidos tomen relevancia y haya una aproximación a la ciencia y la tecnología de manera más crítica, reflexiva y práctica.

Así mismo, en el marco de la propuesta “Antioquia territorio inteligente”, Vélez (2018) afirma que se debe ampliar la capacidad de afrontar y comprender la diversidad y los problemas socio-científicos, mediante ambientes virtuales que valoren la multiplicidad de conocimientos presentes en los diferentes territorios. Esta idea es consecuente con el enfoque territorial de la nueva ruralidad que nos lleva a comprender los contextos diversos en los que conviven diferentes formas de ver el mundo. En este sentido, de acuerdo con Vélez (2018), la función del meta-portal educativo en la que se divulgan las diferentes propuestas, es permitir el acceso a experiencias educativas diseñadas en diferentes escenarios para que la comunidad educativa comprenda que hay diferentes modos de acercarse al conocimiento y diversas formas de ver el mundo. Si bien la reflexión anterior es apropiada para una visión de ciencia y tecnología como construcción humana, el documento no da cuenta de evidencias concretas de experiencias significativas que soporten estas reflexiones.

En contraste con lo planteado en el párrafo anterior, en González *et al.* (2017), se hace un estudio previo a la implementación de la propuesta pedagógica, para evaluar el impacto de los docentes que han participado en el proyecto “Antioquia Territorio Inteligente”, donde encuentran que algunos docentes se centran en cumplir

con las disposiciones legales, dejando de lado el contexto y las habilidades que cada uno posee. De igual manera, identifican prácticas donde se privilegia la repetición y la retención de la información, sin considerar las vivencias del estudiante. No obstante, luego de la implementación de la propuesta didáctica, los docentes reconocen la importancia de la integración de los procesos pedagógicos a la cotidianidad del estudiantado.

Por otro lado, dentro del proyecto C4, los diferentes actores sustentan sus prácticas con una visión de ciencia que no es neutral, por lo que promueven en los docentes que participan en estas actividades de formación, la construcción de ambientes de aprendizaje en los que se reconozcan los imaginarios dominantes para ponerlos en diálogo con los otros saberes que están por fuera del conocimiento oficial del lenguaje de las ciencias (Herrera *et al.*, 2014). Estas reflexiones se llevan a cabo en diferentes encuentros llamados “Chocoláticos”, en los que dialogan y exponen ideas para que los docentes construyan la noción de DOCENTE TIC. Al igual que en el texto anterior, no se reportan experiencias particulares; sin embargo, este trabajo está constituido por las voces de diferentes actores que han participado en el proyecto.

Se considera que el proyecto de “Escuela y Café” también hace un aporte a la incertidumbre del conocimiento al promover actividades que relacionan las problemáticas y realidades del contexto con las actividades académicas. En este caso se trabaja con el café, por ser una actividad propia de la realidad en esos territorios, en la que se involucran organizaciones productivas, sociales y étnicas (Ávila, 2007).

En cuanto al “Programa de formación en TIC para el fortalecimiento de las competencias básicas en ciencia y tecnología”, González *et al.* (2017) sostienen que la construcción de Materiales Educativos Computarizados (MEC) implica la participación de varios actores para entender las situaciones cotidianas y así

reinterpretar el lugar de la escuela como un espacio en el que se dinamiza la construcción de saberes.

En los demás textos (Anaya *et al.*, 2016; Cárdenas y Tovar, 2011; Hernández *et al.*, 2013; Martínez, 2019; Vargas, 2014) no se apreciaron aportes significativos para la incertidumbre del conocimiento.

Como síntesis, se pueden identificar diferentes elementos, desde cada uno de los proyectos, que aportan a comprender la incertidumbre del conocimiento, al posibilitar escenarios en los que son los mismos estudiantes quienes participan activamente en elaborar su comprensión del mundo, partiendo de sus necesidades. Sin embargo, se pueden identificar algunas expresiones que muestran la visión de ciencia que tienen algunos autores; como por ejemplo en Torres y Colorado (2017), donde se afirma que la apropiación de las TIC para la generación de propuestas transformadoras en las que se pueda “[...] suscitar el conocimiento y la apropiación del método científico para la formulación de investigaciones...” (p. 74). Esta idea, como ya se ha anotado antes, refleja una visión rígida de las ciencias, alejándola de los procesos de construcción social del conocimiento. En este mismo trabajo también se identifica la concepción de ciencia y tecnología como entidades independientes, y no como procesos complementarios mediante los cuales se puede generar conocimiento y solución a las necesidades de cada contexto. Esto debido a que allí se hace referencia a que las clases de tecnología es donde se debe llevar “procesos tecnológicos” ya que los demás profesores no contaban con los elementos y capacidades necesarias para trabajar con ellos.

Por otro lado, no se hace referencia explícita en los trabajos sobre la reflexión acerca de la naturaleza de la ciencia y cómo, desde los recursos tecnológicos, propiciar la comprensión de la ciencia como modelos que intentan representar el mundo real, pero que no son la realidad.

#### 4.2.2 Aporte a la diversidad de materiales y estrategias de enseñanza

Para Moreira (2010), “La utilización de materiales diversificados, y cuidadosamente seleccionados, en lugar de la centralización en libros de texto, es también un principio facilitador del aprendizaje significativo crítico” (p. 10). Con esto Moreira no se refiere a que sólo con el mero hecho de incorporar múltiples recursos es suficiente para propiciar el ASC, sino con utilizar recursos diferentes a los tradicionales y con una finalidad, como se puede apreciar en la tabla 1 del marco teórico. Así mismo, privilegiar una sola estrategia de enseñanza es privar a los estudiantes de participar activamente en la construcción de significados mediante la interacción con sus compañeros y el profesor. Como lo plantea Hodson (2013), los estudiantes pueden tener diferentes formas de representar el conocimiento y así evaluar diferentes puntos de vista o modelos explicativos que den cuenta de un mismo fenómeno.

Teniendo en cuenta lo anterior, la mayoría de los trabajos elegidos como unidades de análisis incorporan en sus propuestas de enseñanza diversidad de materiales; sin embargo, no se hace referencia explícita sobre los propósitos de la utilización de cada recurso para el aprendizaje de los conceptos científicos. Como se discutió previamente, estas iniciativas privilegian los Ambientes Virtuales de Aprendizaje, en los que se utilizan variados recursos tecnológicos, algunos construidos por los mismos estudiantes, como videos, simulaciones, presentaciones en *PowerPoint*, imágenes, Blogs y redes sociales. Aunque, como se indicó en la sección anterior, es necesario que estos recursos estén soportados por otras actividades que contextualicen los contenidos abordados.

De estos trabajos se destaca el de Ruiz-Macías y Duarte (2018), en el que se hace una caracterización de los recursos tecnológicos para identificar los estilos de

aprendizaje de un grupo de estudiantes de educación media. De esta manera, se crea un Ambiente Virtual de Aprendizaje en la plataforma *Wix*, con actividades como videos secuenciales explicativos para estudiantes con estilo de aprendizaje auditivo; mapas conceptuales, imágenes, cuadros y círculos para los estudiantes con estilo de aprendizaje visual; simulaciones y laboratorios virtuales para los estudiantes kinestésicos e hipertextos para los estudiantes con aprendizaje lector. Según los autores, esta metodología cobra gran importancia en la medida en la que estos elementos favorezcan la percepción y representación de los conceptos científicos.

Así mismo, es importante resaltar el trabajo de Henao y González (2014), en el que, además del diseño del Ambiente Virtual de Aprendizaje en el programa *eXe Learning*, clasifican las estrategias pedagógicas en función del momento temporal de la construcción del conocimiento en: estrategias pre-instruccionales, las cuales preparan al estudiante en relación con lo que se va a aprender; estrategias co-instruccionales en las que los contenidos curriculares se apoyan con la interacción con las herramientas tecnológicas y con los demás y, por último, las estrategias post-instruccionales que le permiten al aprendiz valorar su aprendizaje.

Por otro lado, en los trabajos de Sterling (2019) y Martínez (2014) se identifican algunos elementos que pueden aportar a la diversidad de materiales y estrategias de enseñanza, ya que integran los trabajos prácticos en las huertas escolares con el uso de Sistemas de Adquisición de Datos (SAD) y recursos multimedia. Así mismo, en la propuesta de Arango *et al.* (2020), en la que se utiliza la realidad aumentada y la robótica para abordar temas de la minería, incorporando diferentes estrategias de enseñanza y recursos tecnológicos que fomentan el aprendizaje activo. Estos trabajos son los únicos en los que incorporan las llamadas tecnologías emergentes que tienen un propósito más específico para la enseñanza de las ciencias, como se presenta en la tabla 1 del marco teórico, al favorecer procesos cognitivos que ayudan a la representación del conocimiento para la resolución de problemas alusivos al contexto.

Por su parte, en el trabajo de Ruiz *et al.* (2009), en el que se evalúan las concepciones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad, se encuentra que los docentes que participaron en el estudio basan su enseñanza en la transmisión de contenidos y la utilización del texto como único recurso, a pesar de que en su discurso se evoca la realización de experiencias en el ambiente natural. De igual manera, los investigadores reportan en sus observaciones que los docentes guardaban la misma estructura para sus clases: retroalimentación de la clase anterior, explicación del nuevo tema, dictado, utilización del texto guía, revisión de la tarea anterior y asignación de la nueva tarea.

En los demás trabajos (Alarcón, 2015; Barrios, 2015; Carabalí *et al.*, 2018; Gamarra, 2016; Gómez, 2016; González, 2013; Grisales, 2018; Henao, 2013; Hernández *et al.*, 2014; Londoño, 2016; Lozano, 2014; Mejía, 2014; Morales, 2013; Ortiz, 2017; Parra y Villada, 2014; Ramos, 2018; Sotelo y Ordóñez, 2016; Triviño, 2018), no se encontraron referencias explícitas o implícitas a la diversidad de materiales educativos y estrategias de enseñanza; lo que en buena medida puede atribuirse al hecho de que aún no se ha superado el uso instrumental de las TIC para la enseñanza de las ciencias, puesto que lo que cambia es la forma de presentar la misma información descontextualizada de la realidad de los estudiantes y su contexto. En este sentido, en el trabajo de Hernández *et al.* (2014), se presentan algunas sugerencias que hicieron los estudiantes, en relación con los materiales educativos, donde estos manifiestan que los recursos utilizados contenían mucho texto, haciendo que las clases se vuelvan densas y monótonas.

Como síntesis, en la producción científica relacionada con propuestas de enseñanza se puede concluir que, si bien se han encontrado algunos elementos que aportan a la diversidad de materiales educativos y estrategias de enseñanza, aún queda mucho camino para recorrer para el favorecimiento del Aprendizaje Significativo Crítico en las escuelas rurales de Colombia. Como lo establece Moreira (2010), el

aporte a este principio no se hace sólo con la incorporación de variados recursos y llamativas presentaciones cargadas de información sin relación con la realidad; se trata de conocer el contexto donde se va a llevar a cabo la actividad de enseñanza, con el fin de elegir los recursos y las estrategias, en concordancia con las necesidades de este. De aquí la importancia de valorar la ruralidad desde el enfoque territorial para abandonar aquellas perspectivas universalistas de la enseñanza de las ciencias que forman personas dogmáticas y acríticas, con una sola visión del mundo.

En relación con los programas y proyectos, los trabajos que abordaron las iniciativas de Ondas-Colciencias (Arboleda *et al.*, 2016; Plata, 2016) y “Escuela y Café” (Ávila, 2017) aportan elementos importantes a la diversidad de materiales y estrategias de enseñanza, dado que estos recursos se seleccionan con base en las necesidades que se van presentando y, a partir de ahí, se planean las estrategias de enseñanza y aprendizaje necesarias para cumplir con los objetivos. Con esto no se quiere decir que no haya un proceso previo de planeación y proyección de materiales y estrategias, sino que para que estas sean seleccionadas con un fin, debe haber una conciencia y un conocimiento de la manera como son funcionales y pertinentes para la situación que se desea implementar.

Reflexiones similares se plantean en Anaya *et al.* (2016), donde se brindan pautas para la construcción de Materiales Educativos Computarizados (MEC), en cuyo proceso de construcción implica la intervención de diversos actores de la comunidad educativa con el fin de trabajar de manera colectiva mediante acuerdos y discusiones que empoderen a los individuos. De aquí que la elaboración de los materiales educativos debe permitir acercarse al conocimiento para la comprensión de la realidad. Esta comprensión en términos de Hodson (2013), debe llevar al estudiante a actuar en temas ambientales y socio-científicos.

Por otro lado, en Vélez (2018) se afirma que el uso de herramientas TIC en el ámbito educativo permite nuevas y diversas formas de afrontar los problemas del territorio y la capacidad de atenderlos desde la virtualidad, con la posibilidad de tener acceso a multiplicidad de conocimientos. No obstante, hay que tener cuidado con esta idea, ya que como lo plantea Rueda (2014), el acceso a la información no supone un aprendizaje, en el sentido de que “Si bien el acceso a la información es una condición necesaria, no es suficiente para desarrollar lo que se denomina como competencias científicas, aprendizajes significativos y pensamiento crítico y ciudadano” (p. 47).

Desde esta línea de pensamiento, aunque el metaportal del proyecto “Antioquia Digital” contiene recursos valiosos para implementar en el aula, es importante la mediación que hace el docente para contextualizar y llenar de sentido la información que allí se presenta. En este punto también es necesario considerar los trabajos que evalúan el impacto del programa “Computadores para Educar”; por ejemplo, el estudio que hace Torres y Colorado (2017) en el que encuentran desacuerdos por parte de los docentes frente a la capacitación que fue impartida por esta organización, en cuanto a que no hubo conexión entre el programa que se les impartió y la realidad de la institución educativa. Esta situación hace que los docentes de las escuelas rurales hagan un mero uso instrumental de las TIC sin reflexionar sobre sus potencialidades pedagógicas.

En general, se pudo observar en cada uno de los proyectos rastreados una preferencia por el diseño de Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) como posibilidad de disminuir las brechas de inequidad que enfrentan las escuelas rurales. Retomando a Anaya *et al.* (2016), estas herramientas constituyen una oportunidad para abordar la enseñanza de las ciencias y comprender su relación con los problemas socio-científicos si se asumen como espacios de formación más allá de su uso instrumental.

En cuanto al trabajo de Anaya, Ayala y Bolaños (2012), en el que se describe el programa de formación docente en educación básica y media del departamento del Cauca en TIC para el fortalecimiento de las competencias básicas en ciencia y tecnología, no se encontraron referencias explícitas para el aporte a la diversidad de materiales y es difícil identificar elementos implícitos, ya que el texto enfatiza en aspectos técnicos, logísticos y financieros del proyecto.

Así mismo, en los demás trabajos (Arboleda *et al.*, 2016; Ávila, 2017; Brito Leonardo, 2013; Vargas, 2014; Estrada y Cantero, 2013; González *et al.*, 2017; Hernández Pino *et al.*, 2013; Lozano, 2014; Martínez, 2019; Martínez *et al.*, 2015; Mora, 2015; Pacheco *et al.*, 2016; Parra, 2012; Plata, 2016; Restrepo, 2015), es difícil valorar los aportes para la diversidad de materiales y estrategias de enseñanza, ya que en estos se puede ver la incorporación de varios recursos para el acceso a la información; sin embargo, como lo plantean López *et al.* (2017), en un marco didáctico, la enseñanza de las ciencias no se deben concebir sólo con el mero hecho de tener acceso a los contenidos, sino también en las prácticas sociales, cognitivas y discursivas con las que la ciencia investiga, argumenta y construye modelos y teorías sobre el mundo. En este sentido, los usos de las TIC no se deben limitar sólo al acceso a ese conocimiento, sino también que deben potenciar el desarrollo de habilidades como la indagación, la contrastación, la construcción de modelos, la argumentación y la socialización.

En síntesis, se podría concluir que los programas y proyectos aportan algunos elementos a la diversidad de materiales educativos y la diversidad de estrategias, teniendo en cuenta, como ya se ha discutido, que es el docente quien se apropia de esos materiales otorgándoles sentido, de acuerdo con las características culturales y sociales del territorio en el cual ejerce su labor. No obstante, aún faltan por incorporar nuevas tecnologías que apunten a desarrollar competencias más específicas para la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia, que orienten al estudiante a realizar procesos científicos más complejos.

Así mismo, es importante tener en cuenta que el mero uso de las TIC no implica una mejora en los procesos de enseñanza, puesto que como lo afirman López *et al.* (2017), existe el riesgo que, según como se incorpora esta tecnología, se pueda caer en enfoques más tradicionales y transmisivos; de aquí que el reto es comprender qué función pueden tener los recursos tecnológicos, en qué momento pueden ser implementados, en qué momento se debe prescindir de su uso y con qué estrategias, para así enriquecer las clases de ciencia, dentro y fuera del aula.

#### *4.2.3 Aporte a la Interacción social y a la formulación de preguntas*

Se trata de abandonar la transmisión de respuestas deterministas y verdades absolutas, para privilegiar la interacción y la negociación de significados entre el profesor y los estudiantes, en relación con los materiales educativos. Esta negociación debe implicar un intercambio de preguntas que movilicen al estudiante a aprender significativa y críticamente, ya que el conocimiento es producido en respuestas a preguntas relevantes, apropiadas y sustantivas (Postman y Weingartner, 1969).

La interacción del estudiante y la formulación de las preguntas son actividades que deben estar presentes durante toda la estrategia de enseñanza y no deben considerarse sólo al inicio como una actividad de activación, puesto que, en términos de Hodson (2013), cada proceso del acto educativo necesita de la constante indagación por parte del estudiante y la interacción con otros para compartir significados, replanteando los saberes que se tejen durante la enseñanza. Esta idea nos brinda elementos para comprender los procedimientos de la ciencia en el sentido de que las teorías surgen luego y a través de un proceso de indagación constante y de interacción con otros modos de pensar. Como lo indica Moreira (2010), “Una enseñanza basada en respuestas transmitidas primero del profesor para el alumno en las aulas y, después, del

alumno para el profesor en las evaluaciones, no es crítica y tiende a generar aprendizaje no crítico, en general mecánico” (p. 9).

En este sentido, se pueden citar de las unidades de análisis seleccionadas algunos elementos que aportan a este principio, como es el caso del trabajo de Hernández *et al.* (2014), que propicia espacios para la formulación de preguntas por parte del docente, mediante el uso de un Blog, en el cual se pone un tema para discutir, donde incluso pueden hacer críticas a los materiales utilizados. No obstante, expresan la dificultad por parte de los estudiantes para participar en los foros, debido a los problemas de conectividad, por pertenecer a una zona aislada. Otro punto desfavorable es que sólo aparece como una actividad en un momento determinado y, como se anotó al principio de este apartado, la formulación de preguntas es un elemento que debe estar presente durante todo el proceso.

Otro trabajo relevante para el aporte a la interacción social y el cuestionamiento es el de Carabalí *et al.* (2018), en el que se fortalece el trabajo colaborativo y la indagación, mediante el uso de herramientas tecnológicas como la construcción de gráficos y *Software* estadísticos para la recolección, análisis, representación y divulgación de la información. Durante la descripción de la propuesta, los autores resaltan la importancia del trabajo colaborativo y la interacción entre los compañeros para la construcción de sus propios conocimientos y saberes; así como la mediación del docente y los recursos utilizados.

Otro trabajo que brinda elementos para este principio es el de Arango *et al.* (2020), donde, con mediaciones de la robótica, presentan a los estudiantes situaciones del contexto para que ellos se cuestionaran e hicieran conjeturas acerca del funcionamiento de algunos dispositivos, con interrogantes como ¿Qué pasaría si...? Durante estas etapas los estudiantes buscaban diferentes soluciones y al finalizar este momento sacaban conclusiones, miraban la utilidad del ensayo y socializaban con los

demás compañeros. Un trabajo similar es el de Sterling (2019) en el que se trabaja con la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), metodología que favorece la indagación y el trabajo en equipo. Los autores de este trabajo manifiestan que la iniciativa, por medio de la robótica, promovió procesos de investigación estructurados y accionados con preguntas auténticas que surgían de los estudiantes desde sus entornos naturales, evidenciándose pensamiento crítico y empatía con la comunidad.

Por último, en Lemus *et al.* (2018), también se hace un aporte a la interacción social y el cuestionamiento mediante la construcción de una red virtual, con el fin de plantear soluciones sobre el manejo de los residuos sólidos y la divulgación de las ideas, acuerdos y propuestas. Esta iniciativa concuerda con lo planteado por Batista *et al.* (2007), al considerar que las TIC pueden convertirse en agentes de socialización al romper las barreras de espacio y de tiempo, con el fin de que la comunidad pueda interactuar entre sí para la solución de problemas que estén presentes en su territorio.

Los demás trabajos (Alarcón, 2015; Builes, 2015; Gamarra, 2016; Gómez, 2016; Grisales, 2018; Henao, 2013; Henao y González, 2014; Londoño, 2016; Lozano, 2014; Mejía, 2014; Morales, 2013; Ortiz, 2017; Parra y Villada, 2014; Ramos, 2018; Ruiz-Macías y Duarte, 2018; Ruiz *et al.*, 2009; Sotelo y Ordóñez, 2016; Triviño, 2018), no se incluyeron en esta parte ya que no se hace referencia explícita sobre el aporte a la interacción social y al cuestionamiento. En el caso de Ruiz *et al.* (2009), estas referencias no aparecen ya que el objetivo del artículo es el de identificar las relaciones CTS en los docentes.

En síntesis, para la producción científica relacionada con las propuestas de enseñanza, se puede observar que sobre el principio de la interacción social y el cuestionamiento hay más contribuciones al reconocer que las TIC pueden brindar escenarios de participación donde se expongan situaciones problema con el fin de que los participantes den su punto de vista y lo contrasten con los demás; puesto que, como

lo afirma Ruiz *et al.* (2009), es importante que la tecnología ocupe más espacios en el contexto rural, al permitir el desarrollo de procesos educativos que posibiliten la comprensión de los aspectos culturales y sociales de cada región. No obstante, también queda mucho camino por recorrer porque, a pesar de que en el discurso planteado por algunos autores se evoca a las interacciones que facilitan las TIC, en la práctica no se registran acciones en las que se dispongan de espacios de socialización y cuestionamiento permanente.

En los trabajos relacionados con programas y proyectos, se resalta el programa Ondas-Colciencias (Arboleda *et al.*, 2016; Plata, 2016) en el que se utiliza una metodología de investigación que les permite formar grupos, plantearse sus propios cuestionamientos que se derivan de las necesidades del contexto y, como se indicó en el apartado anterior, planear sus propios materiales y estrategias para generar planes de acción. Vale la pena aclarar que estos procesos vienen acompañados por los docentes, instituciones y personal experto; de esta manera, se les brinda oportunidades a los estudiantes de reconocer la verdadera naturaleza de la actividad científica como una construcción social que parte de las preguntas que se plantean en términos de los problemas sociales. Es por esto que esta metodología tiene como premisa promover el desarrollo de investigaciones grupales y no de manera individual (Plata, 2016).

En este sentido, una de las iniciativas que han sido sistematizadas desde este proyecto, es el de electrónica y robótica en el cual surgieron ideas como la construcción de juguetes electrónicos para promover el reciclaje de residuos tecnológicos, trabajos con Sistemas de Adquisición de Datos y energías alternativas, mediante actividades que les permitían interactuar con los demás integrantes del equipo, con los maestros y la comunidad. De acuerdo con Plata (2016),

[...] la pregunta es convertida en camino para los procesos de indagación, que guía las nuevas búsquedas y se convierte en cimiento de una nueva racionalidad que funda el desarrollo humano, estilos de aprendizajes y

estructuras de acción; es decir, prepara para construir el mundo, sus sentidos y sus significados. (p. 111)

Por su parte, en el marco del proyecto C4, Rueda (2014) habla de la capacidad de los niños y jóvenes para interactuar en red con el uso de video juegos en la era digital; situación que debe ser aprovechada desde la enseñanza en el diseño de actividades y materiales que lleven al estudiante a moverse en redes de información y tomar decisiones en tiempo real. Al respecto, este autor plantea que

Las nuevas textualidades proponen nuevas formas de pensar y de transmitir el conocimiento, el cual aparece cada vez más como el resultado de un proceso social y cooperativo. Las nuevas textualidades reticulares exigen a sus usuarios una mayor capacidad de construcción de hipótesis y mundos posibles. Los sujetos de la interacción deben aumentar su capacidad para gestionar mayores cantidades de información y aprender a moverse en redes textuales cada vez más complicadas. Todas estas competencias son necesarias para sobrevivir en la sociedad del conocimiento. (p. 28)

En el trabajo de Ávila (2017) sobre el proyecto “Escuela y Café”, se hace referencia explícita a la interacción entre la escuela y la comunidad en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, donde se logran conocimientos, valores, prácticas y procedimientos propios en el campo de las ciencias; sin embargo, no se profundiza en el tema y no se hace explícito cómo, desde el uso de la tecnología, se propicia el trabajo colaborativo y la formulación de preguntas.

Con respecto al proyecto “Antioquia territorio inteligente”, González *et al.* (2017) y Vélez (2018) enfatizan en la interacción de las comunidades de aprendizaje con profesores, mediante las redes sociales educativas de Antioquia, con el fin de

formar grupos de trabajo para producir y compartir conocimiento, prácticas, clases, experiencias de aula, entre otros. En esta misma línea de pensamiento, Restrepo (2015), en la propuesta de formación de maestros “*Smart Town*”, considera el uso de las TIC como herramientas que potencian el trabajo colaborativo, no sólo entre los actores de cierta comunidad educativa, sino también entre jóvenes de diferentes territorios, con el fin de intercambiar conocimientos, en relación con las problemáticas que afectan a cada región.

Por último, los trabajos que evaluaron el impacto de proyectos como “Computadores para Educar” (Anaya *et al.*, 2016; Builes, 2015; Cárdenas y Tovar, 2011; Hernández *et al.*, 2013; Lozano, 2014; Martínez, 2019; Torres y Colorado, 2019; Vargas, 2014), “Centros de Innovación Educativa Regional” (Martínez *et al.*, 2015; Mora, 2015; Pacheco *et al.*, 2016; Said *et al.*, 2017), “Raíces de Aprendizaje móvil”(Estrada y Cantero, 2013; Parra, 2012) y “Antioquia territorio inteligente” (González *et al.*, 2017; Vélez, 2018), hicieron referencia explícita a la interacción con los materiales educativos y la intervención con diferentes actores de la comunidad educativa, para el diálogo de saberes (en este caso los ambientes de aprendizaje), pero no profundizaron en este aspecto. De otro lado, Torres y Colorado (2017) se refieren a una experiencia en la que el docente formula preguntas por medio de imágenes, pero tampoco se hace énfasis en esta estrategia, puesto que sólo se toma para indagar saberes previos.

De los análisis anteriores, la mayoría de los proyectos identificados promueve la construcción de ambientes virtuales para la enseñanza de las ciencias, los cuales, como se indica en la tabla 1 del marco teórico, pueden servir de mediadores para la interacción entre los actores involucrados en el proceso de enseñanza y de aprendizaje, para que en estos escenarios se construya conocimiento mediante la argumentación y el debate de diferentes puntos de vista o, en palabras de Moreira (2010), haya una negociación de significados, en relación con los materiales de aprendizaje. Sin embargo, si bien en la mayoría de trabajos toma gran relevancia la interacción y los

procesos de socialización en la comunidad, no se evidencia un abordaje más profundo en cada una de las experiencias; además, no se toma en cuenta el intercambio de preguntas en esa interacción que lleven a los estudiantes a la construcción de sus propios puntos de vista fomentando así una visión crítica de las ciencias.

## 5. DISCUSIÓN GENERAL DE LOS RESULTADOS

Siguiendo el modelo para la construcción de la investigación documental bajo la perspectiva de Hoyos (2000), se procede a la fase de construcción teórica global, en la que se hacen interpretaciones e inferencias por núcleo temático con el fin de identificar vacíos, limitaciones, dificultades, tendencias o logros para dar una visión global sobre el estado actual de la enseñanza de las ciencias con el uso de las TIC en la escuela rural. Para esto se procede a establecer relaciones con base en el análisis de resultados de la producción científica relativa a propuestas de enseñanza, programas y proyectos que aporten a una visión crítica de la enseñanza de las ciencias con el uso de las TIC en las escuelas rurales de Colombia, teniendo en cuenta las conclusiones obtenidas por cada núcleo temático.

Un primer análisis que es necesario considerar tiene que ver con la poca producción científica, así como la escasa evidencia de proyectos que promuevan la enseñanza de las ciencias con el uso de TIC en las escuelas rurales de Colombia. Al respecto, Bustos (2011) afirma que en la actualidad hay un creciente interés público por la escuela rural, donde se pone en evidencia el distanciamiento educativo y administrativo con respecto a las zonas urbanas, haciendo visibles las problemáticas y las potencialidades de estos territorios; ya que no se ha hecho un tratamiento que sea pertinente y atienda a las necesidades reales de su población, puesto que sólo se han implementado soluciones parciales que responden a las políticas de los gobiernos de turno. De acuerdo con el autor, la poca producción científica en estos contextos, puede deberse a que algunos trabajos son realizados por investigadores que han tenido la oportunidad de implicarse, de alguna manera, en las escuelas rurales; pero muchas de estas investigaciones han sido desconocidas, ya sea por la misma apatía a divulgarlas o porque carecen de una sólida base teórica y metodológica, sumado a la creciente dificultad para publicar en revistas de alto impacto, debido a la sobresaturación de solicitudes de publicación de textos en las diferentes áreas del conocimiento (Mancinas *et al.*, 2016). Los resultados de esta investigación evidencian los factores anteriores,

puesto que, del total de las unidades de análisis, 20 fueron trabajos de grado de Maestría.

En cuanto a la delimitación contextual, uno de los factores es el lugar de implementación. Como se pudo ver, en la región en la que hubo mayor número de trabajos fue en la de occidente, presentándose pocos trabajos en la región de oriente. Si bien los resultados aquí presentados no son criterio suficiente para generalizar y emitir juicios sobre qué región ha sido más olvidada en términos de las contribuciones a la educación por parte de las políticas públicas y las comunidades académicas, puede servir de base para que futuras investigaciones indaguen sobre la equidad de las iniciativas, de tal manera que las oportunidades no se privilegien sólo en unas zonas, acrecentando más la desigualdad.

Otro aspecto a considerar es la población intervenida. En relación con este factor se encontró que predominan los estudios que abordan la población de estudiantes frente a aquellos que analizan los docentes rurales (20 para estudiantes, uno para profesores y cinco para poblaciones mixtas), en contraste con los resultados en los programas y proyectos en los cuales siete de los diez proyectos analizados son exclusivamente para capacitación de docentes; los otros tres atienden tanto a docentes como estudiantes y comunidad en general. Lo anterior puede analizarse desde dos consideraciones:

Por un lado, Ramírez y Gutiérrez (2018) dan relevancia a la formación de docentes en la medida en que son ellos los llamados a darle sentido a la realidad de las escuelas rurales, teniendo en cuenta el estado de abandono que se encuentran en estos territorios por causa de políticas insuficientes, violencia, pobreza y lejanía con respecto a los centros urbanos. En este sentido, Soler (2016) afirma que la enseñanza en la escuela rural tiene una especificidad y que la respuesta a la solución de los problemas sociales está dirigida a lo que hace el educador rural y cómo lo hace. Esta concepción

es compartida con el Ministerio de Educación Nacional (MEN) al reconocer que la labor del docente es clave para el éxito en alcanzar los objetivos educativos. Al respecto, el MEN afirma que son muchas las maneras como la revolución educativa ha venido fortaleciendo el trabajo de los docentes. “Ha definido e impulsado las prioridades de formación en servicio que buscan un maestro competitivo en un entorno global” (MEN, 2009). De igual manera como lo plantean Pedró *et al.* (2014), el consenso desde las políticas públicas es concentrar los esfuerzos en capacitar a los docentes, como una forma de satisfacer las demandas educativas en cada uno de los entornos.

Por otro lado, está la vertiente de estudios centrados en el alumno, como se pudo evidenciar en los resultados de la producción científica; en la que se considera que se puede aportar a la calidad de la educación en las zonas rurales, desde el análisis de lo que ocurre en las aulas de clase, en cuanto a aspectos pedagógicos y metodológicos (Bustos, 2011). Sin embargo, la discusión que se debe plantear no puede darse en términos de qué población intervenir; sino más bien que las investigaciones y los proyectos puedan involucrar a toda la comunidad para favorecer la construcción de conocimientos que sirvan de base para que se den lugar las transformaciones sociales esperadas.

Respecto a las áreas abordadas, en la producción científica relacionada con las propuestas de enseñanza, se privilegió el estudio de la biología con respecto a la física y la química, situación que también se presenta en los trabajos relacionados con los programas y proyectos. Como se concluyó en la caracterización de la producción científica, la física y la química han sido poco abordadas debido a que la enseñanza de estas asignaturas requiere un poco más de esfuerzo y son causa del fracaso escolar; además, como ya se indicó antes, la misma visión de profesores, incluso investigadores, de escuelas rurales hace que no se aborden estas asignaturas por la creencia de que deben contar con dotación de “aparatos” científicos como microscopios y artefactos sofisticados para poder enseñar los fenómenos físicos y

químicos. Adicional a esto, la percepción que tienen los profesores sobre la tecnología está muy relacionada con las dificultades que tiene la enseñanza de estas materias en las escuelas rurales, al no tener una preparación en el manejo de la tecnología, por lo que consideran que la enseñanza con la tecnología debe asumirse desde el área de informática y no desde las ciencias (Ruiz *et al.*, 2009).

Otro factor importante para discutir se refiere al enfoque de investigación, en el que se privilegian diseños cualitativos sobre los cuantitativos. Los autores que realizaron su investigación con el enfoque cualitativo argumentan esta elección al considerar las particularidades de cada territorio en los que se viven dinámicas particulares; por lo que, desde esta perspectiva, pueden tener mejor comprensión de la realidad que se teje en la interacción dentro de cada escenario y que difiere de otros contextos. Estas ideas son una aproximación al enfoque territorial de la nueva ruralidad, al abandonar ideas y prácticas que generalizan y tratan de estandarizar, invisibilizando algunas problemáticas, identidades y el conjunto de características sociales, culturales e ideológicas que se tejen en cada región.

En este sentido, es importante resaltar el proyecto de los Centros de Innovación Educativa Regional, creado como una forma de aproximarse a la realidad y a las necesidades propias de cada región, donde se pretende preparar a los docentes para atender la diversidad dentro de la misma aula de clases con el fin de lograr una verdadera inclusión (Pacheco *et al.*, 2016). Al respecto, Trpin (2005) afirma que, para entender la nueva ruralidad, las nuevas tendencias de desarrollo deben proponer el uso de los métodos cualitativos con el fin de comprender las necesidades de los pobladores en los territorios rurales y cómo las políticas impactan a los pobladores, así como la necesidad de que la misma sociedad pueda intervenir en estas políticas. Con esto no se pretende subvalorar los aportes de los estudios cuantitativos, sino que resalta la necesidad de comprender los significados que se tejen entre las interacciones de los individuos y las particularidades culturales y sociales de cada comunidad.

Esta perspectiva orienta la comprensión de la ruralidad como territorios dinámicos en los que la enseñanza de las ciencias tiene el papel fundamental de propiciar escenarios de comprensión de las problemáticas sociales y el desarrollo de actitudes críticas en cuanto a la capacidad de “[...] tomar decisiones respecto de qué es correcto, bueno y justo en determinados contextos y situaciones [...]” (Hodson, 2013, p. 7).

Estas ideas abren la discusión sobre el aporte de la producción científica, programas y proyectos a la incertidumbre del conocimiento, puesto que en concordancia con Moreira (2005), se logra un ASC cuando se comprende que los conceptos y modelos científicos son creaciones humanas y que el conocimiento es transitorio, local y responde a los cuestionamientos que cada cultura se hace; por lo que el conocimiento es temporal y limitado.

En este sentido, como se observó en los análisis por núcleo temático, se encontraron pocas evidencias en la producción científica donde se promoviera una visión de la ciencia como construcción social y cultural. Esta situación se da cuando la enseñanza se basa en presentar los contenidos en forma de definiciones y modelaciones matemáticas que representan verdades ya establecidas, sin dar lugar a la indagación y a una comprensión de las teorías científicas como modelos que surgen para dar respuesta a necesidades particulares en un espacio y tiempo determinado. En palabras de Ruiz *et al.* (2009), tratar de comprender la ciencia y la tecnología como campo de estudio, es tratar de comprender las relaciones mutuas entre los desarrollos científicos y tecnológicos, y los procesos de orden social y cultural.

En algunos trabajos se identificaron evidencias de las concepciones que tienen los docentes de las escuelas rurales en relación con la ciencia y la tecnología, como en el caso de la investigación de Ruiz *et al.* (2009), la cual ha aportado importantes ideas

para las discusiones del presente trabajo. Aquí plantean los autores que hablar de la ciencia como construcción histórica propia de una comunidad, que ha implicado procesos creativos de invención y conflictos entre visiones que también traen consigo intereses particulares, está lejos de ser una realidad en las escuelas rurales ya que, como encontraron en su investigación, los docentes reducen la ciencia a un método científico, conformado por un conjunto de etapas que deben ser seguidas rigurosamente. Más preocupante es el hecho de que los mismos investigadores tienen esa misma visión, como en el caso de Carabalí *et al.* (2018), al afirmar en los resultados que “[...] las actividades de campo permitieron el desarrollo de los pasos del método científico”.

Esta discusión lleva a la necesidad de fortalecer en las universidades y programas de formación de maestros en ciencias naturales, el tema de la naturaleza epistemológica de las ciencias como construcción humana, de tal manera que se brinden elementos para analizar las oportunidades de la enseñanza de las ciencias en contexto rural, desde una perspectiva socio-cultural, en el que se lleve a los estudiantes a aprender en escenarios naturales.

Ahora bien, dentro de los pocos trabajos en los que se encontraron evidencias para el favorecimiento de la incertidumbre del conocimiento están los programas de “Escuela y Café” y Ondas-Colciencias; puesto que promovían la enseñanza de las ciencias con la participación de la comunidad mediante proyectos productivos que partían de la necesidad de los habitantes, involucrándolos en los procesos de producción científica. Así mismo, dentro de la producción científica, los trabajos de Arango *et al.* (2020); Carabalí *et al.* (2018); Herrera *et al.* (2014); Martínez (2014); Ruiz *et al.* (2009); Sterling (2019), brindan algunos elementos en el diseño de iniciativas que involucran problemas del contexto en el que fueron implementadas. Sin embargo, en estos trabajos no se profundiza sobre estos aspectos ni se incluyen otras herramientas que favorezcan la construcción de modelos y la posibilidad de contrastarlos con aspectos de la vida cotidiana.

Así mismo, en los resultados de la producción científica y en algunos proyectos como “Computadores Para Educar” y “Antioquia Digital”, se privilegian el uso de los ambientes de aprendizaje con recursos multimedia como medio para comprender los conceptos de la ciencia. Como se planteó en el marco teórico, estos recursos son válidos en la medida en que propician escenarios educativos para el trabajo colaborativo, la argumentación y la comunicación científica; pero necesitan estar en sinergia con otros recursos tecnológicos específicos de la enseñanza de las ciencias para llevar al estudiante a contrastar el mundo real con el virtual, de tal manera que pueda comprender que los modelos científicos no se corresponden exactamente con la realidad.

En este sentido, se concluye que fueron pocos los aportes, tanto de la producción científica como de los programas y proyectos, para favorecer la incertidumbre del conocimiento, ya que carecen de estrategias metodológicas para la comprensión de la ciencia como construcción social. Aquí se hace visible que aún sigue palpable el uso instrumental de las TIC, las cuales son utilizadas como medio para el acceso al conocimiento y no como herramientas para que se propicien escenarios en los que se compartan significados en relación con los materiales de enseñanza.

Por otro lado, encontrar aportes para la diversidad de materiales y estrategias de enseñanza, no es hacer valoraciones desde la incorporación de actividades y recursos, sin una justificación sobre su función en las clases de ciencia. En concordancia con Moreira (2010), es precisamente la sinergia entre materiales educativos cuidadosamente seleccionados y las estrategias de enseñanza, los que posibilita un camino para el aprendizaje significativo crítico. En este sentido, no sólo se debe dejar de privilegiar el uso excesivo del libro de texto, sino que también se debe disminuir la narrativa y las estrategias transmisionistas en las que el profesor parafrasea lo que hay en el libro de texto, favoreciendo así el aprendizaje memorístico y desconectado de la realidad.

En concordancia con los planteamientos de Hodson (2013), los diferentes recursos tecnológicos y las estrategias de enseñanza deben estar orientadas para que el estudiante pueda apreciar diferentes modelos y perspectivas, de tal manera que le lleve a desarrollar sus propios puntos de vista y valoraciones que lo preparen para actuar en asuntos ambientales y socio-científicos. Como se indicó en el marco teórico, los procesos de enseñanza y de aprendizaje no se pueden centrar solamente en el conocimiento de contenidos, sino que también deben enfocarse en algunos elementos de la práctica científica que toman una especial relevancia cuando se introducen algunas TIC en el aula de ciencias: indagar (en el mundo real y en el virtual); comparar y contrastar la realidad y la virtualidad, expresar modelos con soporte digital y lenguaje computacional, y colaborar, discutir y argumentar mediante herramientas digitales. Todo esto no se puede lograr si sólo se recurre a implementar uno o varios o todos estos elementos sin una funcionalidad y una interdependencia, acompañados de las estrategias de enseñanza que orientan su uso para el aprendizaje de las ciencias.

Como una aproximación a lo planteado anteriormente, dentro de la producción científica se encuentra el trabajo de Ruiz-Macías y Duarte (2018), donde se hace una caracterización de los recursos tecnológicos para atender los diferentes tipos de aprendizaje y la forma en la que los estudiantes pueden representar el conocimiento. En esta estrategia se hace una indagación previa para identificar los diferentes estilos de aprendizaje, para luego diseñar los materiales de enseñanza. De esta manera, se incorporan simulaciones y recursos audiovisuales, en un entorno virtual de aprendizaje. El problema en esta iniciativa es el hecho de no contextualizar estos recursos para llevar al estudiante a contrastar estos modelos virtuales con la realidad.

Así mismo, se incluye aquí el aporte de los trabajos de investigación y proyectos que incorporaron recursos multimedia y el trabajo práctico como las granjas escolares, trascendiendo el aula de clase (Arango *et al.*, 2020; Carabalí *et al.*, 2018;

Sterling, 2019). Las estrategias y recursos utilizados responden a necesidades particulares del contexto, con ambientes de aprendizaje que contemplan materiales que contribuyen al desarrollo de habilidades como el trabajo en equipo, la indagación y la modelación.

En relación con los programas y proyectos, se destacan los de “Escuela café” y “Ondas- Colciencias”, en donde los mismos estudiantes plantean los problemas de investigación, así como las estrategias y recursos que deben utilizar para dar respuesta a la pregunta formulada, la cual surge de las necesidades del contexto.

En los demás trabajos, tanto de la producción científica como de los programas y proyectos, esta diversidad se enfoca sólo en aquellos recursos de propósito general, que si bien son recursos valiosos para la creación de comunidades de aprendizaje, la participación, la discusión y la argumentación, también es importante la incorporación de recursos de propósito específico para la enseñanza de las ciencias que lleven al estudiante a desarrollar las competencias de indagación, modelación, contrastación y lenguaje computacional; competencias necesarias para el ASC de las ciencias.

Desde este marco de referencia se puede considerar que hubo pocos aportes en relación con la diversidad de materiales y estrategias de enseñanza, tanto en la producción científica como en los trabajos que reportaban el impacto de los programas y proyectos. De aquí que sea necesaria la reflexión de parte de las investigaciones, programas y proyectos sobre como potenciar el uso de las TIC, mediante estrategias que potencien el aprendizaje crítico de las ciencias, dejando de privilegiar lo memorístico; ya que como aclara Moreira (2005), “eliminar la pizarra no resuelve el problema, porque otras técnicas podrán mantener viva una enseñanza de estas características; hasta incluso el moderno cañón electrónico (*datashow*), con animadas y coloridas presentaciones en PowerPoint, podrá servir para eso” (p. 97).

Por otro lado, con respecto al aporte a la interacción social y al cuestionamiento, se valoran los trabajos que en sus iniciativas se tenga en cuenta la necesidad de propiciar en el aula la construcción de conocimientos mediante el desarrollo de las habilidades para argumentar, debatir, contrastar y compartir significados en relación con las representaciones, explicaciones y puntos de vista mediante la interacción con los otros y los materiales de enseñanza.

En este sentido, se encontraron algunas evidencias en la producción científica en los trabajos de Arango *et al.* (2020); Carabalí *et al.* (2018); Lemus *et al.* (2018); Sterling (2019), al proponer estrategias que llevaban al estudiante a plantearse sus propios cuestionamientos ante problemáticas y situaciones de su entorno y que le permitan buscar los mecanismos para encontrar la solución; así mismo, estas estrategias crean espacios de socialización para compartir las experiencias y estrategias, de tal manera que sean encaminadas a un mismo fin.

Específicamente, en los trabajos de Arango *et al.* (2020) y Sterling (2019), con el uso de la robótica educativa, se les plantea a los estudiantes una situación para que ellos mismos hicieran conjeturas sobre el comportamiento de los mecanismos y compartieran con los demás sus propias ideas para llegar un consenso. Así mismo, en el trabajo de Carabalí *et al.* (2018), los estudiantes interactúan bajo un enfoque de trabajo cooperativo-colaborativo en la construcción de una granja escolar. En este espacio se fortalecen los conocimientos adquiridos dentro y fuera del aula, ya que el estudiante, guiado por el docente, es gestor de su proceso de aprendizaje. En esta misma línea se encuentra el trabajo de Lemus *et al.* (2018), en el cual se crea una red virtual para plantear soluciones ante la problemática de la contaminación que afecta a la comunidad.

En cuanto a los programas y proyectos, se destacan “Ondas-Colciencias” y “Escuela Café”, en los que se involucran a niños y jóvenes en procesos investigativos

para la formación en habilidades de indagación y trabajo en equipo. Allí se sitúa a los estudiantes en una relación dialógica e interactiva con el maestro, desplazando los modelos autoritarios que desconocen el carácter activo del estudiante en el aprendizaje. Con esta estrategia los estudiantes aprenden a sensibilizarse con los problemas que hay en el entorno y empiezan a ser conscientes de todas las problemáticas y a crear posibles soluciones. De esta manera se promueve la formulación de preguntas con el fin de que los mismos estudiantes emprendan sus propios procesos investigativos, por medio de la interacción con sus compañeros y profesores, haciendo uso de la tecnología para facilitar el acceso, la representación y la construcción de conocimientos para después divulgarlos en plataformas virtuales o mediante exposiciones en eventos que congregan comunidades de aprendizaje.

Estos resultados son consecuentes con los obtenidos en los aportes sobre la incertidumbre del conocimiento y la diversidad de materiales, ya que al privilegiar estrategias y herramientas que le resten la posibilidad al estudiante de cuestionar y trabajar en equipo para debatir sus puntos de vista con los demás, se está promoviendo una concepción de ciencia rígida, aislada y sin significados para los estudiantes. De acuerdo con Moreira (2010), la interacción social es indispensable para que se concrete un episodio de enseñanza; pero esto sólo se presenta cuando el profesor y el alumno comparten significados en relación con los materiales de enseñanza.

En la tabla 12 se recogen, de manera explícita, los trabajos y proyectos de acuerdo con su aporte en cada categoría, para el favorecimiento a una visión crítica de la enseñanza de los conceptos científicos en las escuelas rurales de Colombia con el uso de TIC.

Tabla 12. *Aportes a una visión crítica de las ciencias mediante el uso de las TIC*

	Aportes a la comprensión de la incertidumbre del conocimiento	Arango <i>et al.</i> (2020); Carabalí <i>et al.</i> (2018); Herrera <i>et al.</i> (2014); Martínez (2014); Ruiz <i>et al.</i> (2009); Sterling (2019)
Producción científica en relación con propuestas de enseñanza	Aporte a la diversidad de materiales y estrategias de enseñanza	Arango <i>et al.</i> (2020); Carabalí <i>et al.</i> (2018); Ruiz-Macías y Duarte (2018); Sterling (2019)
	Aporte a la interacción social y a la formulación de preguntas	Arango (2020); Carabalí <i>et al.</i> (2018); Lemus <i>et al.</i> (2018); Sterling (2019)
	Aportes a la comprensión de la incertidumbre del conocimiento	Ondas-Colciencias, Escuela y Café, Raíces de Aprendizaje Móvil, con pocos aportes en Antioquia digital, computadores para educar y proyecto C4.
Programas y proyectos	Aporte a la diversidad de materiales y estrategias de enseñanza	Ondas-Colciencias, Escuela y Café, Antioquia digita, computadores para educar y proyecto C4.
	Aporte a la interacción social y a la formulación de preguntas	Onda-Colciencias, Escuela y Café,

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se recogen los principales hallazgos, en concordancia con los objetivos de la investigación y en términos de los aportes de la producción científica, programas y proyectos para favorecer la enseñanza de las ciencias con el uso de las TIC en las escuelas rurales de Colombia. Así mismo, se brindan algunas recomendaciones que puedan servir como referencia para futuros trabajos de investigación que quieran aportar a la enseñanza de las ciencias en estos contextos.

En primer lugar, con este estudio se hace visible la poca producción científica sobre la enseñanza de las ciencias en los contextos rurales con el uso de TIC, pese a la densidad de producciones a nivel nacional e internacional que reflexionan sobre la importancia de intervenir estos territorios para contribuir a su desarrollo. Estos resultados muestran la necesidad de seguir investigando en esta línea, con miras a publicar los resultados en revistas de alto impacto para que sean evaluados por la comunidad científica en el campo de la educación.

En este sentido, es importante que estas investigaciones sean elaboradas con una buena fundamentación teórica y metodológica que aporten validez a estos estudios, ya que en algunos de los trabajos no se definió con claridad el sustento teórico ni el diseño metodológico que orientaran a la comprensión de los paradigmas en los cuales se ubican los investigadores. De igual manera, es importante privilegiar los diseños cualitativos que lleven a una comprensión de las dinámicas sociales que se tejen en el campo: sus modos de vida, sus culturas y necesidades.

El éxito de las investigaciones y los proyectos gubernamentales implementados en escuelas rurales, depende del conocimiento de las necesidades de estos territorios. Es por esto que algunos programas fracasan por adaptar propuestas de otros lugares, generalmente de otros países. De aquí la importancia de que cada proyecto o cada

propuesta que se quiera implementar en los contextos rurales, se apoye en una investigación previa de las dinámicas de cada escenario, con el fin de diseñar las estrategias y elegir los recursos, de acuerdo con las necesidades de cada territorio.

Otro factor de fracaso a largo plazo de los proyectos y las propuestas didácticas tiene que ver con el seguimiento y la evaluación con el tiempo de su impacto en los contextos donde son implementados, ya que la mayoría de estas iniciativas queda en el olvido, ya sea por los escasos recursos, falta de formación en los docentes o la misma actitud de la comunidad educativa. De aquí que sea necesario, dentro del cronograma de cada iniciativa, incorporar una fase de seguimiento y evaluación del impacto generado, acompañando a los docentes para que puedan superar sus miedos y dificultades.

Por otro lado, en la producción científica, programas y proyectos se privilegiaron los EVA con la incorporación de videos, imágenes, hipertextos, simulaciones y recursos ofimáticos; pero con una evidente inclinación al uso instrumental para la presentación de los contenidos científicos. Esta situación hace que se obstaculice la verdadera naturaleza de la ciencia y se prive al estudiante del reconocimiento entre los procesos de construcción y las complejas relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. De aquí que no se hayan encontrado aportes significativos en cuanto a la incertidumbre del conocimiento para el ASC de la ciencia con el uso de las TIC.

Con base en lo anterior, se refuerzan prácticas conductistas en las que los estudiantes terminan memorizando los contenidos y transcribiendo de las coloridas presentaciones a los cuadernos lo que deben aprender. Algunos de estos trabajos incorporaban sólo un recurso tecnológico, privando al estudiante de la utilización de diferentes materiales y estrategias de enseñanza para así contrastar puntos de vista y tener diferentes formas de representar la información. Todas estas situaciones llevan a

concluir que fueron pocos los aportes a la diversidad de materiales y estrategias de enseñanza para el ASC con el uso de las TIC.

Así mismo, son pocas las iniciativas que propicien espacios en los que se lleve al estudiante a la formulación de preguntas, relevantes y sustantivas, que generen procesos de investigación e interacción con la comunidad, donde se compartan significados para la comprensión de las ciencias y su valor en la sociedad. Por lo tanto, también son escasos los aportes a la interacción social y al cuestionamiento para el ASC de la ciencia con el uso de las TIC.

Con base en estos análisis, han sido poco los aportes de la producción científica, programas y proyectos a una visión crítica de la enseñanza de las ciencias mediante el uso de las TIC, ya que se centran en el uso de recursos tecnológicos generales; por lo que es necesario que tanto las políticas públicas para la implementación de proyectos como la producción científica, exploren las potencialidades de los recursos tecnológicos de propósito específico para la enseñanza de las ciencias, no sólo para el acceso a la información sino para el desarrollo de habilidades científicas específicas que, en concordancia con López *et al.* (2017), lleven a indagar (en el mundo real y en el virtual); comparar y contrastar la realidad y la virtualidad; expresar modelos con soporte digital y lenguaje computacional, y colaborar, discutir y argumentar mediante herramientas digitales. Todas estas competencias se constituyen en evidencia de ASC.

Por último, la Teoría del Aprendizaje significativo Crítico es un referente potencial para abordar las investigaciones con TIC para la enseñanza de las ciencias en las escuelas rurales de Colombia, ya que puede integrarse fácilmente con el enfoque territorial de la nueva ruralidad, en cuanto a valorar las necesidades de cada territorio para diseñar ambientes de aprendizaje en los que se formen sujetos realmente críticos en una sociedad que cambia vertiginosamente; un sujeto inmerso en una sociedad de

incertidumbre que no necesita respuestas, sino que debe ser formado para formular preguntas, ya que la ciencia se construye a partir de ellas.

En este sentido, el principal aporte del presente trabajo para futuras investigaciones radica en la integración de la TASC con el enfoque de la nueva ruralidad para la enseñanza de las ciencias en las escuelas rurales de Colombia, mediante el uso de las TIC, puesto que en los trabajos analizados se hace referencia a estos aspectos de manera superficial e independiente. De esta manera, la integración de estos elementos puede llevar a reflexiones más profundas en las que se analicen cuestiones que lleven a resolver preguntas como las siguientes: **¿Cómo pueden orientar la TASC y el enfoque de la nueva ruralidad a la construcción de currículos pertinentes y contextualizados en las escuelas rurales de Colombia para la enseñanza de las ciencias? ¿Cuáles serían los aportes de la TASC a un programa de formación de maestros para la enseñanza de las ciencias con el uso de las TIC en la escuela rural? ¿Cómo potenciar el uso de las TIC para el ASC de la física o la química en las escuelas rurales de Colombia?**

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, M. (2015). *Alcances y limitaciones de la enseñanza abierta de la física en el fortalecimiento de la competencia uso comprensivo del conocimiento científico* [Universidad de la Sabana]. <https://intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/23182>
- Anaya, S, Hernandez, M. y Hernandez, U. (2016). Generar Conocimiento con las TIC en la Escuela: una Propuesta para la Elaboración de Materiales Educativos desde la Cultura Libre. *Revista Electrónica En Ciencias Sociales y Humanidades Apoyadas Por Tecnologías*, 5(1), 1–14.
- Anaya, Sandra, Ayala, E. y Bolaños, C. (2012). *Programa de formación a docentes de educación básica y media del Departamento del Cauca en tecnologías de la información y las comunicaciones para el fortalecimiento de las competencias básicas en ciencias y tecnologías*. Universidad del Cauca.
- Anaya, Sandra, Ayala, E. y Bolaños, C. (2019). *Programa de formación a docente de educación básica y media del departamento del Cauca en Tecnologías de la Información y Las Comunicaciones para el fortalecimiento de competencias básicas en ciencia y tecnología* (Vol. 53, Issue 9) [Universidad del Cauca]. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Andrade, M., Martínez, C., Mosquera, C. y Mójjica, L. (2009). Diversidad cultural e implicaciones en la enseñanza de las ciencias: reflexiones y avances. *Revista Colombiana de Educación*, 56, 106–109.
- Arango, M., Branch, J. y Jiménez, J. (2020). Apropiación social de la ciencia y la tecnología a través de una iniciativa de intervención e inclusión educativa de niños y adolescentes de territorios vulnerables de la minería usando la robótica, como una alternativa para la construcción de la paz. *El Ágora USB*, 20(1), 190–209. <https://doi.org/10.21500/16578031.4255>
- Araújo, A., Carneiro, M. y Leite, G. (2019). Uma proposta de objeto digital de aprendizagem para o ensino de ondas sonoras. *Research, Society and Development*, 8(6), 1–14. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7164703>
- Arboleda, D., Castaño, D. y Jiménez, M. (2016). *Impacto del programa Ondas en las experiencias de innovación de los estudiantes y docentes del municipio de Marquetalia*. Universidad de Manizales.
- Arias, J. (2017). Problemas y retos de la educación rural colombiana. *Educación y Ciudad*, 33, 53–62. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.707>
- Arrieta C. y Montes V. (2011). Alfabetización digital: uso de las tic's más allá de una formación instrumental y una buena infraestructura. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 3(1), 180. <https://doi.org/10.24188/recia.v3.n1.2011.360>
- Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune & Stratton.

- Ávila, B. (2017). *Aportes a la calidad de la educación rural en Colombia, Brasil y México : experiencias pedagógicas significativas*. Universidad de La Salle.
- Azcaray, J. (2019). *Metodología para integrar el diseño en un proceso curricular STEAM a través del uso de las nuevas tecnologías creativas* [Universidad Politécnica de Valencia]. <https://riunet.upv.es/handle/10251/125704>
- Bardin, L. (2002). *El análisis de contenido*. Ediciones Akal.
- Barrios, M. (2015). *Análisis de una unidad de aprendizaje para la enseñanza del reino animal, implementado a estudiantes del grado noveno de un colegio rural de la localidad de Ciudad Bolívar* [Universidad de los Andes]. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/7288>
- Batista, M. A., Celso, V. E. y Usubiaga, G. (2007). *Tecnologías de la información y la comunicación en la escuela*. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación.
- Beltran, R. (2013). Escuela Nueva y saber pedagógico en Colombia apropiación, modernidad y métodos de enseñanza. Primera mitad del siglo XIX. *Historia y Sociedad, unknown*(24), 79–107.
- Benarroch, A. (2001). Interculturalidad y enseñanza de las ciencias. *Alambique, 29*.
- Blazich, G., Gómez, L. y Guarino, G. (2010). La diversidad en las escuelas para jóvenes y adultos. Cuando la heterogeneidad marca un estilo. *Congreso Iberoamericano de Educación*. [http://webmail.adeepra.com.ar/congresos/CongresoIBEROAMERICANO/ADULTOS/RLE2817\\_Blazich.pdf](http://webmail.adeepra.com.ar/congresos/CongresoIBEROAMERICANO/ADULTOS/RLE2817_Blazich.pdf)
- Boix, R. (2003). Escuela rural y territorio : entre la desruralización y la cultura local. *Revista Digital ERural, Educación, Cultura y Desarrollo Rural, 1*(1), 1–8.
- Brito, L. (2013). *Evaluación de la pertinencia sociocultural del modelo telesecundaria: estudio de caso en una institución educativa rural en Lebrija, Santander* [Universidad Industrial de Santander]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/12965/u713511.pdf?sequence=1>
- Builes, R. (2015). El aporte de Computadores para Educar en la implementación de la Enseñanza Innovadora. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte, 44*, 291–303.
- Bustos, A. (2011). Investigación y escuela rural: ¿irreconciliables ? *Profesorado. Revista de Currículum y Formación Del Profesorado, 15*(2).
- Caballero, M. y Moreira, M. (2013). Ideas epistemológicas sobre la naturaleza de la ciencia de docentes en formación de biología y química. *Revista Qurrriculum, 26*, 101–133.
- Capuano, V. (2011). El uso de las tic en la naturales. *VEsc, 2*, 79–88.
- Carabalí, C., Carabalí-Banguero, D. y Carabalí, E. (2018). Propuesta agro-didáctica en la enseñanza de la bioestadística mediada. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía, 87–100*.

- Cárdenas, N. y Tovar, J. (2011). Computadores Y Red en Colombia: Posibilidad De Interacción Globalizadora en Instituciones Educativas Públicas Y Desarrollo. *Revista de Medios y Educación*, 38, 177–186.
- Cardona, M. E. y López, S. (2017). Una revisión de literatura sobre el uso de sistemas de adquisición de datos para la enseñanza de la física en la educación básica, media y en la formación de profesores. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 39(4). <https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2016-0308>
- Carter, L. Y. N. (2007). Sociocultural Influences on Science Education : Innovation for contemporary times. *Science Education*. <https://doi.org/10.1002/sce>
- Cerrón, P. y Ordoñez, V. (2015). La Educación Rural y las TIC. *Seminario “Educación a Distancia y Ruralidad,”* 1–16.
- Chinkes, E. y Julien, D. (2019). Las instituciones de educación superior y su rol en la era digital . La transformación digital de la universidad : ¿transformadas o transformadoras ? *Ciencias y Educación*, 3(1), 21–33. <https://revistas.intec.edu.do/index.php/ciened/article/view/1449/2000>
- Cisterna, F. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *Theoria*, 14(1), 61–71.
- Colás, M., Pons, J. y Ballesta, J. (2018). Incidencia de las TIC en la enseñanza en el sistema educativo español : una revisión de la investigación The Impact of ICT on Teaching in the Spanish Education System : A Literature Review. *Revista de Educación a Distancia*, 56(2), 1–23.
- Collazos, H. y Castrillón, O. (2019). Metodología para la Enseñanza del Movimiento Oscilatorio mediante Simulación Computarizada. *Información Tecnológica*, 30(4), 165–180. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642019000400165>
- Cuban, L. (2001). *Oversold and underused computers in the classroom*. Harvard university press Cambridge.
- D'Aloisio y Echeveste (2018). Aprendizajes situados en ciencias biológicas. Un dispositivo de enseñanza desde la psicología para la formación docente. *Educación, Formación e Investigación*, 5(9). Recuperado de <http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/efi/article/view/16282/45454575769234>
- De Pablos, J., Colás, M., López, A. y García, I. (2019). Los usos de las plataformas digitales en la enseñanza universitaria . Perspectivas educativa. *Revista de Docencia Universitaria*, 17(1), 59–72. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6977320>
- Díaz, J., Pérez, A. y Florido, R. (2011). Impacto De Las Tecnologías De La Información Y Las Comunicaciones (Tic) Para Disminuir La Brecha Digital En La Sociedad Actual Impact of Information Technology and Communications (Ict) To Reduce the Digital Divide in Today’S Society. *Cultivos Tropicales - Cultrop [Online]*, 32(1), 81–90. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362011000100009&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362011000100009&script=sci_arttext&tlng=pt)

- Escorcía, L. y Jaimes, C. (2015). Tendencias de uso de las TIC en el contexto escolar a partir de las experiencias de los docentes. *Educ. Educ*, 18(1), 137–152.
- Finkel, D. (2008). *Dar clase con la boca cerrada*. Valencia: Publicacions de la Universitat Valencia. Traducción al español del original *Teaching with your mouth shut*. 292p.
- Freire, P. (2003). *Pedagogia da autonomia*. 27.<sup>a</sup> ed. São Paulo: Paz e Terra. 148p
- Estrada, A. y Cantero, C. (2013). Decodificando mi flora: Uso de dispositivos móviles y tablets en educación. *Bio-Grafía, Número ext*, 515–525.  
<https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/2452>
- Galvis, Á. (2014). *Las políticas TIC en los sistemas educativos de América Latina: Caso Colombia* (Primera ed). Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF).
- Gamarra, C. (2016). *Carlos Emilio Gamarra Duque* [Universidad Nacional de Colombia].  
<http://bdigital.unal.edu.co/55863/1/71225111.2016.pdf>
- García-Valcácer, A., Bsilotta, V., & López, C. (2014). Las TIC en el aprendizaje colaborativo en el aula de Primaria y Secundaria. *Comunicar*, XXI(42), 65–74.  
<https://doi.org/10.3916/C42-2014-06>
- Garriz, A. (2010). La Enseñanza De La Ciencia En Una Sociedad Con Incertidumbre Y Cambios Acelerados. *Enseñanza de Las Ciencias*, 28(3), 315–326.  
<http://ensciencias.uab.es/article/view/4/pdf>
- Giarracca, N. (2005). *¿Una Nueva Ruralidad en América Latina?* (Libronauta). Área Académica de CLACSO. <https://doi.org/10.1039/C5RA12403D>
- Gómez C, V. M. (1993). Visión crítica sobre la Escuela Nueva en Colombia. *Revista Educación y Pedagogía*, 1(14 y 15), 280–306.  
<http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/revistaeyp/article/viewFile/5592/5014>
- Gómez, D. (2016). *Objeto de aprendizaje para la enseñanza de enlace químico partiendo de las ideas previas de los estudiantes de grado Séptimo de la I. E. Divino Niño*. Universidad Nacional de Colombia.
- Gómez, M., Bernal, G. y Meddrano, L. (2015). Uso de las TIC en la Práctica Pedagógica de los Docentes Rurales en Colombia. *Conocimiento Educativo*, 2, 41–64.
- González, J., López, M. y Valencia, T. (2017). *Proyecto Formativo Tecnológico para fortalecer las competencias en ciencias naturales y matemática y su relación con el desarrollo humano, a través del estudio de la taxonomía de especies vegetales y su análisis estadístico por medio de una red de aprendizaje* [Universidad Pontificia Bolivariana]. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/3300>
- González, M. (2014). *Diseño de guías para enseñanza-aprendizaje del concepto de materia y su estructura, apoyadas en el Software Jclíc para alumnos de grado quinto de básica primaria*. Universidad Nacional de Colombia.
- Grisales, A. (2018). *Objeto Virtual de Aprendizaje en el proceso de enseñanza del concepto de materia the concept of matter Objeto Virtual de Aprendizaje en el proceso de*

*enseñanza del concepto de materia.*

<http://bdigital.unal.edu.co/69671/1/34000237.2018.pdf>

- Guevara, R. (2016). El estado del arte en la investigación: ¿análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos? *FOLIOS*, 44, 165–179.
- Guisasola, J., Furió, C., Ceberio, M. y Zubimendi, J. (2003). *¿Es necesaria la enseñanza de contenidos procedimentales en cursos introductorios de física en la universidad?* *Extra*, 17–28. <https://core.ac.uk/download/pdf/13268122.pdf>
- Guisasola, Jenaro, Garmendia, M., Montero, A. y Barragués, J. (2012). Una propuesta de utilización de los resultados de la investigación didáctica en la enseñanza de la física. *Enseñanza de Las Ciencias*, 30(1), 61–72.
- Haag, R., Araujo, I. y Veit, E. (2005). Por que e como introducir a aquisição automática de dados no laboratório dedático de Física? *Física Na Escola*, 6(1), 69–74.
- Henao, A. (2013). *Desarrollo de estrategias metodológicas basadas en TIC como apoyo en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales en una institución educativa de la Vereda la Torre ( Palmira )* *Desarrollo de estrategias metodológicas basadas en TIC como*. Universidad Nacional de Colombia.
- Henao, A. y Gonzalez, L. (2014). virtual colaborativo usando eXe Learning para la enseñanza. *Ventana Informática*, 31, 115–130.
- Hernández, R.. (2015). El contexto cultural en las prácticas educativas de profesores de ciencias del sector rural : una ruta metodológica para su comprensión. *Educación En Ciencias: Experiencias Investigativas En El Contexto de La Didáctica, La Historia, La Filosofía y La Cultura*, 79–95.  
[http://die.udistrital.edu.co/sites/default/files/doctorado\\_ud/publicaciones/contexto\\_cultural\\_en\\_practicas\\_educativas\\_profesores\\_ciencias\\_del\\_sector\\_rural\\_una\\_ruta\\_metodologica.pdf](http://die.udistrital.edu.co/sites/default/files/doctorado_ud/publicaciones/contexto_cultural_en_practicas_educativas_profesores_ciencias_del_sector_rural_una_ruta_metodologica.pdf)
- Hernández, Cabo, Manuel, J., & Mirón, E. (2004). Hacia un concepto de ciencia intercultural. *Investigación Didáctica*, 22(1), 137–146.
- Hernández, C., Gómez, M. y Arredondo, M. (2014). Inclusión de las tecnologías para facilitar los procesos de enseñanza-aprendizaje en ciencias naturales. *Actualidades Investigativas En Educación*, 14(3), 1–19.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44732048010>
- Hernández, O., Jurado, H. y Romero, Y. (2014). Análisis de publicaciones hispanoamericanas sobre TIC en escuelas y zonas rurales *Revista Colombianade Educación*, 66, 103–126. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcde/n66/n66a05.pdf>
- Hernández Pino, U., Andrade Sosa, H., Moreno Chaustre, J., García, J., López, G. y Benavides, P. (2013). Evaluación y aprendizajes de una experiencia colombiana de formación docente en TIC. *Universidad Católica Del Norte*, 40, 31–52.
- Herrera, J. A., Mestizo, H., Martínez, P. y Rodríguez, S. (2014). *Componente de Socialización Proyecto C4 Ciencia y Tecnología para Crear, Colaborar y Compartir*.

- Hodson, D. (2013). La Educación en Ciencias como un llamado a la acción. *Archivos de Ciencias de La Educación*, 7(7), 1–15.
- Hoyos, C. (2000). *Un modelo para investigación documental: guía teórico – práctica sobre construcción de Estados del Arte con importantes reflexiones sobre la investigación* (1st ed.). SEÑAL EDITORA.
- Huang, B. (2015). *Open-source Hardware – Microcontrollers and Physics Education - Integrating DIY Sensors and Data Acquisition with Arduino Open-source Hardware -- Microcontrollers and Physics*.
- Insausti, M. y Merino, M. (2000). Una propuesta para el aprendizaje de contenidos procedimentales en el laboratorio de física y química. *Revista Investigações em Ensino de Ciências* (IENCI). 5(2). Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/613>
- Jiménez, B. (2007). Enseñar en la escuela rural aprendiendo a hacerlo. Evolución de la identidad profesional en las aulas multigrado. *Revista de Currículum y Formación Del Profesorado*, 11(3).
- Jonassen, D. (1996). Learning from, learning about, and learning with computing: a rationale for mindtools. Computer in the classroom: mindtools for critical thinking. In M. P.- Hall (Ed.), *Learning from, learning about, and learning with computing: a rationale for mindtools. Computer in the classroom: mindtools for critical thinking*. (pp. 3–22).
- Lanchero, Á. (2017). *Enseñanza de la física: una aproximación al aula multigrado cuarto y quinto de la escuela rural*. [Universidad Pedagógica nacional]. <http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/9745/TE-21337.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lemus, A., Niño, E., Herrera, J., Castrillón, L., Montes, N. y Castillo, I. (2018). Manejo adecuado de los residuos sólidos Apoyados con las TIC. *Cultura Educación y Sociedad*, 9(2), 95–105. <https://doi.org/10.17981/cultedusoc.9.2.2018.09>
- Londoño, J. (2016). *Desarrollo de un Objeto Virtual de Aprendizaje para la apropiación adecuada del tema de reacciones químicas*. Universidad Nacional de Colombia.
- López, A. y Miralles, P. (2018). La realidad aumentada en la formación del profesorado . Una experiencia en las prácticas del Máster de Profesorado de Enseñanza Secundaria. *Campus Virtuales*, 7(2), 39–46. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6681862>
- López, J., Pontes, A. y Varo, M. (2019). Las TIC en la enseñanza científico-técnica hispanoamericana: Una revisión bibliográfica. *Digital Education Review*, 35, 229–243. <http://greav.ub.edu/der/>
- López, L. (2017). Indagación en la relación entre aprendizaje - tecnologías digitales. *Educación y Educadores*, 20(1), 89–105. <https://doi.org/10.5294/edu.2017.20.1.5>
- López, Luis. (2006). Ruralidad y educación rural . Referentes para un Programa de Educación Rural en la Universidad Pedagógica Nacional \*. *Revista Coombiana de*

*Educación*, 51, 138–159.

- López, M. y Morcillo, J. (2007). Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 6(3), 562–576.
- López, S. (2014). El aprendizaje significativo crítico. *Cuadernos de Pedagogía*, 448, 58–59.
- López, Víctor, Couso, D. y Simarro, C. (2020). Educación STEM en y para un mundo digital : el papel de las herramientas digitales en el desempeño de prácticas científicas , ingenieriles y matemáticas. *Revista de Educación a Distancia*, 20(62).  
[https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/89204/1/410011-Texto del artículo-1402651-1-10-20200305.pdf](https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/89204/1/410011-Texto%20del%20articulo-1402651-1-10-20200305.pdf)
- López, Víctor, Couso, L., Simarro, C., Garrido, A., Grimalt, C., Hernández, M. y Pintó, R. (2017). *El papel de las TIC en la enseñanza de las ciencias en secundaria desde la perspectiva*.  
[https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2017nEXTRA/17.\\_el\\_papel\\_de\\_las\\_tic\\_en\\_la\\_ensenanza\\_de\\_las\\_ciencias\\_en\\_secundaria.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/17._el_papel_de_las_tic_en_la_ensenanza_de_las_ciencias_en_secundaria.pdf)
- Lozano, S. (2014). Prácticas innovadoras de enseñanza con mediación TIC que generan ambientes creativos de aprendizaje. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, 43, 147–160.
- Macedo, B. (2016). Educación científica. *Foro Tema: Cultivando Ciencias y Ciudadanía*.
- Mancinas, R., Romero, L. y Aguaded, J. (2016). Problemas de la divulgación de las investigaciones en Comunicación en revistas de alto impacto en español. *F@ro: Revista Teórica Del Departamento de Ciencias de La Comunicación*, 1(23), 16.  
[https://www.researchgate.net/publication/305725318\\_Problemas\\_de\\_la\\_divulgacion\\_de\\_las\\_investigaciones\\_en\\_Comunicacion\\_en\\_revistas\\_de\\_alto\\_impacto\\_en\\_espanol\\_Problems\\_on\\_the\\_Divulcation\\_of\\_Communication\\_Research\\_in\\_Journals\\_of\\_High\\_Impact\\_Factor\\_in\\_S/lin](https://www.researchgate.net/publication/305725318_Problemas_de_la_divulgacion_de_las_investigaciones_en_Comunicacion_en_revistas_de_alto_impacto_en_espanol_Problems_on_the_Divulcation_of_Communication_Research_in_Journals_of_High_Impact_Factor_in_S/lin)
- Martínez-Restrepo, S., Cecilia Pertuz, M. y Ramírez, J. (2016). *La situación de la educación rural en Colombia, los desafíos del posconflicto y la transformación del campo*.  
[https://www.compartirpalabramaestra.org/documentos/fedesarrollo\\_compartir/la-situacion-de-la-educacion-rural-en-colombia-los-desafios-del-posconflicto-y-la-trasformacion-del-campo.pdf](https://www.compartirpalabramaestra.org/documentos/fedesarrollo_compartir/la-situacion-de-la-educacion-rural-en-colombia-los-desafios-del-posconflicto-y-la-trasformacion-del-campo.pdf)
- Martínez, A. (2019). ¿Dame una tablet y moneré al mundo? la apropiación de las Tabletas Para Educar en una escuela del municipio de Gigante, Huila [Escuela de Ciencias Humanas]. In *Duke Law Journal*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Martínez, G., Arciniegas, A. y Lugo, C. (2015). Formación docente en TIC con el Centro de Innovación Educativa CIER-SUR. *Trilogía*, 8(2016), 65–80.  
<https://revistas.itm.edu.co/index.php/trilogia/article/view/417>
- Martínez, V. (2014). *Diseño e Implementación de un Ambiente de Aprendizaje en*

*población Rural de Ciudad Bolívar , basado en la automatización de un sistema de riego en un invernadero . VICTOR MAURICIO MARTINEZ SARMIENTO Código : 2006203038 Junio de 2014.*

<http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/1999/TE-17009.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Massei, M., Yuan, R., Canalis, M., Ribotta, G., Druetta, J. y Peretti, G. (2019). La Robótica Educativa: un recurso para potenciar las capacidades científicas- tecnológicas. In R. de U. con C. En (Ed.), *XIV Congreso Nacional de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TE&ET 2019)* (pp. 136–142).  
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/90737>

Mejía, O. (2014). *Ciencia, tecnología, sociedad y ambiente: pertinencia e implicaciones en la enseñanza de la química en el sector rural de La Tulia*. Universidad Nacional de Colombia.

Melo-Brito, N. (2017). Los puentes en la enseñanza de las ciencias : un compromiso para comprender las investigaciones sobre las relaciones entre conocimientos científicos escolares y conocimientos ecológicos tradicionales. *TED*, 42, 43–61.

MEN. (Mayo-Junio de 2009). MAESTROS competentes. *Altablero*.

MEN (2018). Plan Especial De Educación Rural. Hacia el desarrollo rural y la construcción de paz. Recuperado de [https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-385568\\_recurso\\_1.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-385568_recurso_1.pdf)

Mendoza, C. (2004). Nueva ruralidad y educación: miradas alternativas. *Geoenseñanza*, 9(2), 169–178.

Miranda, G. (2011). Challenges for the teacher training. *Revista de Ciencias Sociales*, 1(2), 131–132.

Mora, C. (2015). *Formulación de una estrategia de formación para los docentes de educación preescolar, básica y med, por cada centro de innovación educativa regional del país*.

Morales, J. (2013). *Manual De Prácticas Para El Laboratorio Virtual “Crocodile Chemistry”, Con Base En La Metodología Escuela Nueva, En La Enseñanza De La Química De Grado Décimo* [Universidad Nacional de Colombia].  
<http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/1999/TE-17009.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Moreira, M. (2005). Aprendizaje significativo crítico (Critical meaningful learning). *Indivisa*, 6, 83–102. <https://doi.org/ISSN:1579-3141>

Moreira, M. (2010). Aprendizaje significativo crítico. *III Encuentro Internacional Sobre Aprendizaje Significativo*, 83–101.

Moreira, M. A. (2005). Aprendizaje significativo crítico. In *Indivisa: Boletín de estudios e investigación, ISSN 1579-3141, N° 6, 2005, págs. 83-102* (Issue 6, pp. 83–102).  
<https://doi.org/ISSN:1579-3141>

- Moreira, M. A. (2012). La Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico: un referente para organizar la enseñanza contemporánea. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 31, 9–20.  
[http://www.fisem.org/www/union/revistas/2012/31/archivo\\_5\\_de\\_volumen\\_31.pdf](http://www.fisem.org/www/union/revistas/2012/31/archivo_5_de_volumen_31.pdf)
- Munévar, F. (2009). Cración de un micromundo interactivo en una Institución Educativa rural. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 5(1), 155–177.  
<https://www.redalyc.org/pdf/1341/134115204008.pdf>
- Muñoz, G. (2014). El concepto sobre la naturaleza de la ciencia desde una perspectiva situada y pluralista. *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*, 1–13.
- Murcia, N. y Murcia, J. (2018). *Perspectivas de investigación en educación y pedagogía Research perspectives in education and Pedagogy*. 18(1), 73–89.
- Ortiz, G. (2017). *El uso de mapas conceptuales con CmapTools como estrategia en el aprendizaje significativo del área de Ciencias Naturales en los estudiantes de grado quinto en la escuela rural San Francisco de Cepitá, Santander, año académico 2014*. Universidad Privada Norbert Weiner.
- Ospina, C. (2019). *Estudio de trayectorias y aspiraciones de jóvenes rurales en Colombia y el rol del territorio y las políticas públicas* (Vol. 259). [http://rimisp.org/wp-content/files\\_mf/1577468561EstudioidetrayectoriasyaspiracionesdejovenesruralesenColombiayelroldelterritorioylaspoliticaspúblicas.pdf](http://rimisp.org/wp-content/files_mf/1577468561EstudioidetrayectoriasyaspiracionesdejovenesruralesenColombiayelroldelterritorioylaspoliticaspúblicas.pdf)
- Pacheco, A., Cárdenas, A. y Aroca, M. (2016). *La propuesta de formación docente en diseño curricular inclusivo del Centro de Innovación Educativa Regional Norte 2016*. <https://recursos.portaleducoas.org/publicaciones/la-propuesta-de-formaci-n-docente-en-dise-o-curricular-inclusivo-del-centro-de>
- Paredes, J. y Molina, M. (2019). Enseñanza de la cinética química por medio de simulaciones y aprendizaje activo. *TED*, 45, 71–88.  
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v30n4/0718-0764-infotec-30-04-00165.pdf>
- Parra, Jharrinso. (2012). *Las TIC en el aula a través del proyecto Raíces de Aprendizaje Móvil como estrategia metodológica de enseñanza en el área de ciencias naturales en la Dedicatoria* [Universidad Virtual Escuela de Graduados en Educación].  
<https://1library.co/document/zgw945vy-proyecto-aprendizaje-estrategia-metodologica-ensenanza-naturales-intitucion-educativa.html>
- Parra, J. y Villada, C. (2014). Usos del Power Point en una experiencia de enseñanza y aprendizaje en el área de ciencias naturales. *Grafías Disciplinarias de La UCP*, 27, 57–67.
- Pedró, F., Torres, C., Rojas, Y., Sabbadini, C., Gamba, A., Cubría, C. y Rueda, R. (2014). *Guía de Lineamientos para constitución de una Política Pública Educativa para Orientar los procesos pedagógicos en Ciencias , Tecnologías , TIC y Medios Educativos en los colegios del Distrito Capital*.
- Perfetti, M. (2008). Estudio sobre la educación para la población rural en Colombia. *EA*,

*Escuela Abierta: Revista de Investigación Educativa*, 11, 29–48.

- Pernías, P. (2017). Nuevos empleos, nuevas habilidades: ¿estamos preparando el talento para la cuarta revolución industrial? *La Economía Digital En España*, 898, 59–72.
- Plata, M. (2016). Formación en investigación en el departamento de Boyacá: aportes del programa Ondas-Colciencias. *Praaxis & Saber*, 7(15), 103–125.  
[https://revistas.uptc.edu.co/index.php/praxis\\_saber/article/view/5725](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/praxis_saber/article/view/5725)
- Pontes, A. (2005). Aplicaciones de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la educación científica. Primera parte: funciones y recursos. *Revista Eureka Sobre La Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 2(1), 2–18.
- Pontes, A., Gavilán, J. y Obrero, M. (2006). Experimentales con sistemas de adquisición de datos. *Rev. Eur. Enseñ. Divul. Cien*, 3(2), 251–267.
- Posada, M. G. (1997). Algunas notas acerca de la ruralidad actual. el espacio rural y su consumo turístico. *Espacio Abierto*, 6(1), 101–119.
- Postman, N. y Weingartner, C. (1969). *Teaching as a subversive activity*. Dell Publishing Co.
- Poveda, F. A. (2014). Reflexión , acción y transformación en la enseñanza-aprendizaje en docentes y estudiantes de las instituciones educativas beneficiarias del Programa Computadores para Educar con la inclusión de las tecnologías de la información y comunicación. *Universidad Católica Del Norte*, 43, 161–179.
- Ramírez, B. y Gutiérrez, M. (2018). Tendencias actuales en la formación de maestros para la ruralidad en Colombia y Latinoamérica. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis*, 1–15.
- Ramos, C. (2018). *Objeto virtual de aprendizaje en el proceso enseñanza del concepto de nutrición*. Universidad Nacional de Colombia.
- Redondo, M. (2005). Didáctica de la Física y la Química en los distintos niveles educativos. In G. Pinto (Ed.), (pp. 15–23). Sección de Publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid.
- Restrepo, Á. (2015). *Aprendizaje colaborativo apoyado en TIC para el desarrollo de competencias en campos de STEM en tres municipios de Cundinamarca* [Universidad de los Andes].  
<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/12965/u713511.pdf?sequence=1>
- Rueda, R. (2014). *Informe final sobre Caracterización Proyecto C4, 2014 (PUJ), Ciencia y Tecnología para Crear, Compartir y Colaborar. Comentarios y sugerencias*. Secretaría de Educación de Bogotá.
- Ruiz-Macías, E. y Duarte, J. (2018). Diseño de un material didáctico computarizado para la enseñanza de Oscilaciones y Ondas, a partir del estilo de aprendizaje de los estudiantes Design of a computerized educational material for teaching of oscillations and waves, from students learning sty. *Rev. Investig. Desarrollo e Innovación*, 8(2), 295–309.  
<https://doi.org/10.19053/20278306.v8.n2.2018.7966>

- Ruiz, D., Martínez, L. y Parga, D. (2009). Y Primaria Sobre Ciencia , Tecnología Y Sociedad , En El Contexto De Una Institución Rural. *TEA*, 25, 41–61.
- Sáez, L. y José, R. (2013). Enseñanza de las ciencias , tecnología educativa y escuela rural : un estudio de casos. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 12, 45–61.
- Said, E., Valencia, J. y González, E. (2017). La promoción de experiencias de innovación educativa en TIC en los centros escolares . Caso región Caribe colombiana. *Estudios Pedagógicos*, 1, 457–473.
- Santodomingo, R. (2019, May). La distancia sideral entre investigación y práctica educativa. *El Diario de La Educación*.
- Serna, J. y Patiño, S. (2018). Educación y desarrollo humano en los contextos rurales. *TEMAS*, 3(12), 189–200.
- Soler, J. (2016). Educación Rural En Colombia : Formación De Maestros En Entornos Rurales , Su Trayectoria Y Retos . Abstract : *International Journal of Humanities and Social Science*, 6(11), 296–305.
- Sotelo, F. y Ordóñez, A. (2016). Application of a reference framework for integration of web resources in dotlrn – case study of physics – topic : waves. *International Conference E-Learning 2016, Part I*, 93–100.
- Soto, D. y Luis, M. (2018). La Escuela Rural en Colombia como escenario de implementación de TIC. *Saber Ciencia y Libertad*, 13(1), 275–289.
- Sterling, J. (2019). Articulación entre la educación superior y la educación rural. Estudio de caaso en Zipaquirá, Colombia. *Revista Conrado*, 15(68), 1–4.
- Torres, I., Ferraro, F., Giraldo, J. y Luna, J. (2019). *Robótica educativa como estrategia pedagógica para la construcción y aprehensión de conceptos de ciencias básicas e ingenierías*. Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.  
<https://acofipapers.org/index.php/eiei2019/2019/paper/viewFile/2994/1258>
- Torres, S. y Colorado, Y. (2019). Computadores Para Educar, TIC Y Educaación Rural: El estudio de una experiencia. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Tovio, J. (2016). El desafío de la educación rural. *ORADORES*, 4(5), 69–85.
- Triviño, W. (2018). *Evaluación de actitudes y eficacia del modelo “FLIPPED CLASSROOM”: Transposición didáctica para la enseñanza del concepto de polielectrolito en educación media* [Universidad Pedagógica Nacional].  
<http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/10652/TO-23430.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Trpin, V. (2005). El desarrollo rural ante la nueva ruralidad. Algunos aportes desde los métodos cualitativos. *AIBR. Revista de Antropología Iberoamericana*, 42, 1–15.
- Valeiras, N. (2018). Aportes al desarrollo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Enseñanza de las Ciencias. In *Las Tecnologías de la información y la comunicación como herramientas mediadoras de los procesos educativos:*

*Fundamentos y reflexiones. Volumen I* (Issue December, pp. 13–24).  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6681862>

Valencia, L. (2015). *Estereotipos y educación rural: visibilizando los hilos que tejen el sentido de la educación en el campo* [Universidad de Antioquia]. [http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/6484/1/LeidyValencia\\_2015\\_educacionrural.pdf](http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/6484/1/LeidyValencia_2015_educacionrural.pdf)

Valverde, D., de Pro-Bueno, A. y González, J. (2018). La competencia informacional- digital en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la educación secundaria obligatoria actual: una revisión teórica. *Revista Eureka Sobre Divulgación de Las Ciencias*, 15(2). <https://doi.org/10.25267/Rev>

Vargas, C. (2014). Utilización de TIC, competencias básicas y calidad de la educación. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, 42(42). <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/download/492/1026>

Vélez, J. G. (2018). “*Antioquia Territorio Inteligente*” *Experiencias signi cativas : herramientas TIC para optimizar la generación de conocimiento*. Secretaría de Educación. Bpberación de Antioquia.

Villalustre, L., del Moral, M. y Neira, M. (2019). Percepción docente sobre la Realidad Aumentada en la Enseñanza de Ciencias en Primaria . Análisis DAFO. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 16(3). <https://doi.org/10.25267/Rev>

Vivanco, G. (2015). Educación y tecnologías de la información y la comunicación ¿ es posible valorar la diversidad. *Revista Brasileira de Educação*, 20(61), 297–315. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27538407002>

Zambrano, A., Salazar, T., Candela, F. y Villa, L. (2013). *Las líneas de investigación en educación en ciencias en Colombia*. 7, 78–109. <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/8666/1/Las Lineas De Investigacion.pdf>.